Ueber einige wichtige Vorkommnisse

von

körnigen Carbonatgesteinen

mit besonderer Berücksichtigung ihrer

Entstehung und Structur.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

hohen philosophischen Facultät (II. Section) der Kgl. Bayer. Ludwig Maximilians-Universität zu München

eingereicht von

Bernhard Lindemann

aus Hannover

am 18. Februar 1904.

STUTTGART.
E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Nägele).
1904.

Ueber einige wichtige Vorkommnisse

von

körnigen Carbonatgesteinen

mit besonderer Berücksichtigung ihrer

Entstehung und Structur.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

hohen philosophischen Facultät (II. Section) der Kgl. Bayer. Ludwig Maximilians-Universität zu München

eingereicht von

Bernhard Lindemann

aus Hannover

am 18. Februar 1904.

ACAD. LUDW. BAY. BIBL.

STUTTGART.
E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Nägele).
1904.

Druck von Carl Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Meiner lieben Frau Helene gewidmet.

Der Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552301_0028

Ueber einige wichtige Vorkommnisse von körnigen Carbonatgesteinen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Entstehung und Structur.

Von

Bernhard Lindemann in München.

Mit Taf. XI—XIII und 1 Textfigur.

Literatur [1].

1. Adams and Nicolson: An Experimental Investigation into the Flow of Marble. Phil. Trans. Roy. Soc. **195**. (1901.) p. 387.
2. D'Achiardi: Mineralogia della Toscana. Pisa 1872—1873.
3. — Metamorfismo sul Contatto fra Calcare e Granito al Posto dei Cavoli presso S. Pierro in Campo (Elba). Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem. **19**. Pisa 1902.
4. — Minerali dei marmi di Carrara (Nota preventiva). Estratto dei Proc. verb. della Soc. Tosc. Sc. Nat. Adunanza del dì luglio 1899.
5. Barrington, Brown and J. W. Judd: The rubies of Burma and associated minerals etc. Phil. Trans. Roy. Soc. London. **187**. (1896.) p. 151—228.
6. M. Bauer: Über das Vorkommen der Rubine in Birma. Dies. Jahrb. 1896. II. p. 197—238.
7. R. Beck: Die Contacthöfe der Granite und Syenite im Schiefergebiete des Elbthalgebirges. Min. u. petr. Mitth. **13**. p. 290—341.
8. — Section Berggiesshübel. Erläut. z. sächs. geol. Karte. Leipzig 1889.
9. Bischof: Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie. Bd. II. Abth. 2. p. 1010—1058. Berlin 1855.

[1] Eine vollständige Literaturangabe für jedes einzelne Vorkommniss würde unverhältnissmässig viel Raum beansprucht haben. Es wurden daher in das folgende Verzeichniss nur die jeweils wichtigsten Arbeiten aufgenommen.

10. G. Bonney: On Mesozoic Rocks and Crystalline Schists in the Lepontine Alpes. Quart. Journ. Geol. Soc. **50**. p. 285—301. 1894.
11. — On the sections near the summit of the Furka Pass. Quart. Journ. Geol. Soc. **53**. p. 16—20. 1897.
12. — The Effects of Pressure in Crystalline Limestone. Geol. Mag. 1889. p. 483.
13. B. Brown and J. W. Judd: The rubies of Burma and associated minerals etc. Proceed. Roy. Soc. London. 6 Febr. 1895. p. 387.
14. J. Bryce: Lignite und veränderte Dolomite auf der Insel Bute. Lond. Edinb. Philol. Mag. 1849. **35**. p. 81—92.
15. H. Bücking: Der nordwestliche Spessart. Abhandl. d. preuss. geol. Landesanst. Neue Folge. Heft 12. p. 47—48. Berlin 1892.
16. — Das Grundgebirge des Spessarts. Jahrb. k. preuss. geol. Landesanst. f. 1889—1892. p. 28—92.
17. Caralp: Sur le marbre de Saint-Béat, son âge et ses rélations stratigraphiques. Compt. rend. **114**. p. 784—786. 1892.
18. L. Charpy: Note sur l'industrie du marbre à Sainte-Amour et sur les gisements de marbres dans le département du Jura.
19. C. Chelius: Mittheilungen aus dem Aufnahmegebiet des Sommers 1894. Notizbl. d. Ver. f. Erdkunde zu Darmstadt. IV. Folge. Heft 15. p. 16—39. Darmstadt 1894.
20. — in den Erläut. z. hess. geol. Karte, IV. Liefg., Blätter Zwingenberg und Bensheim. p. 11—16. Darmstadt 1896.
21. Cole and Sollas: The Origin of certain Marbles a Suggestion. Sci. Proc. Roy. Dublin Soc. **7**. 1891. p. 124.
22. A. K. Coomáraswámy: The Tiree and Jona Marbles. Quart. Journ. Geol. Soc. **59**. 1903. p. 91—103.
23. — The Crystalline Limestones of Ceylon. Ibid. **58**. 1902. p. 399—422.
24. J. Cocchi: Beschreibung der Feuer- und Sedimentgesteine Toskanas nach ihrer geologischen Aufeinanderfolge. Bull. géol. Soc. 1856. **13**. p. 226—301. Taf. 11.
25. H. Coquand: Geologische Beschreibung der Provinz Constantine. Mém. géol. Soc. 1854. **5**. p. 1—55. Taf. 1—5.
26. — Umwandlung der Kalkgesteine durch die Berührung und die Nähe von Feuergesteinen. Bull. géol. Soc. **12**. p. 314—352.
27. B. v. Cotta: Dreierlei Formationen des körnigen Kalkes. Dies. Jahrb. 1834. p. 37.
28. — Mittheilung über den fichtelgebirgischen körnigen Kalk. Ibid. 1842. p. 817—819.
29. — Mittheilung über den Miltitzer körnigen Kalk. Ibid. 1834. p. 329—336.
30. — Ursprung des körnigen Kalkes. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. **4**. p. 47 ff.
31. — Dies. Jahrb. 1834. p. 329; 1851. p. 572.
32. — Geognostische Wanderungen. Heft 1.
33. — Erläuterung der geognostischen Karte von Sachsen. Heft 2. p. 242.

34. B. v. Cotta: Grundriss der Geognosie und Geologie. 1846. p. 304.
35. — Über den Wunsiedler Kalk. Dies. Jahrb. 1853. p. 492.
36. — Über die Erz- und Kalklager von Schwarzenberg. Ibid. 1853. p. 493.
37. — Ibid. 1851. p. 573. Taf. VIII Fig. 1. u. 2.
38. — Alter der granitischen Gesteine von Predazzo und Monzoni in Süd-Tirol. Ibid. 1863. p. 16—29.
39. — Die Geologie der Gegenwart. Leipzig 1878. 5. Aufl.
40. — Bemerkungen zu den vorstehenden Aufsätzen der Herren Delesse und Scheerer. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. **4**. p. 47—53.
41. J. Couharévitsch: La Russie industrielle. Région ouest. Revue univ. des mines etc. 1892. p. 265—335.
42. A. Delesse: Mémoire sur la constitution minéralogique et chimique des roches des Vosges Calcaire saccharoïde du Gneiss. Annales des Mines. **20**. p. 141—182.
43. — Über Kalkstein im Gneisse. (Im Auszug aus Ann. d. Min. **20**. p. 141 mitgetheilt von Th. Scheerer in Freiberg.) Zeitschr. deutsch. geol. Ges. **4**. p. 22—30.
44. — Minéralogie du calcaire saccharoïde des Vosges. Annales des Mines. **32**. p. 369—372. Paris 1851.
45. D. Draper: The Marble Beds of Natal. Quart. Journ. Geol. Soc. **51**. p. 51—56. 1895.
46. F. Dvorský: Dies. Jahrb. 1901. II. p. 202.
47. O. Eisenlohr: Geognostische Beschreibung des Kaiserstuhls bei Freiburg i. B. Inaugural-Dissertation. Karlsruhe 1829.
48. Fauvell: Notiz über die Marmorarten von Estaget. Vorgel. b. d. philomat. Soc. von Perpignan: l'Instit. 1834. p. 349.
49. C. Fromherz: Der körnige Kalk am Kaiserstuhl. Beiträge zur min. u. geogn. Kenntniss des Grossherzogthums Baden, herausgeg. von G. Leonhard. Heft 1. p. 98—101. Stuttgart 1853.
50. — Dies. Jahrb. 1852. p. 446—450.
51. C. Fuchs: Der körnige Kalk bei Auerbach. Heidelberg 1860.
52. Gerhard: Dies. Jahrb. 1882. I. p. 241—242.
53. A. Giampaoli: I Marmi di Carrara. Pisa 1897.
54. Fr. Graeff: Zur Geologie des Kaiserstuhlgebirges. Mitth. d. grossh. bad. geol. Landesanst. **2**. p. 403—495. Heidelberg 1893.
55. — Petrographische und geologische Notizen aus dem Kaiserstuhl. Bericht über die 33. Versammlung d. Oberrhein. geol. Ver. in Donaueschingen am 19. April 1900. p. 49—58.
56. P. Groth: Das Gneissgebiet von Markirch im Ober-Elsass. Abhandl. zur geol. Specialkarte von Elsass-Lothringen. **1**. Heft 3. Strassburg 1877.
57. U. Grubenmann: Über die Gesteine der sedimentären Mulde von Airolo. Ein Beitrag zur Kenntniss metamorphischer Gesteine. Mitth. d. thurgauischen naturf. Ges. **8**. p. 1—27. Frauenfeld 1888.
58. W. v. Gümbel: Geologie von Bayern. I. Theil: Grundzüge der Geologie. p. 379—380. Kassel 1888.

59. W. v. Gümbel: Geognostische Beschreibung des Königreichs Bayern. III. Abth. Fichtelgebirge mit dem Frankenwalde und dem westlichen Vorlande. p. 169—174 u. 336—352. Gotha 1879.
60. W. Hammer: Über die Pegmatite der Ortler Alpen. Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. 1903. No. 17.
61. Harres: Notizbl. d. Ver. f. Erdkunde zu Darmstadt. 1881. No. 13; 1882. No. 15.
62. Hauenschild: Sitzungsber. Wiener Akad. **60**. 1869. 1.
63. Haughton: Über den körnigen Kalk von Jona. The Dublin Quart. Journ. of Science. **17**. p. 93.
64. Helmhacker: Min. Mitth. 1876. p. 26.
65. O. Herrmann: Steinbruchindustrie und Steinbruchgeologie. Berlin 1899.
66. Fr. Hoffmann: Entdeckungen über den Marmor von Carrara. Dies. Jahrb. 1833. p. 102—103.
67. L. Hoffmann: Die Marmorlager von Auerbach a. d. Bergstrasse in geologischer, mineralogischer und technischer Beziehung. Abhandl. d. grossh. hess. geol. Landesanst. zu Darmstadt. **2**. Heft 3. Darmstadt 1894.
68. H. J. Holmberg: Mineralogischer Wegweiser durch Finnland. Helsingfors 1857. Anderer Titel: Bidrag till Finlands Naturkännedom, Etnografi och Statistik, utgifna of Finska Vetenskapssocieteten. Första Heftet.
69. Hussak: Dies. Jahrb. 1885. I. p. 242.
70. Kilian et M. Hovelacque: Examen microscopique de Calcaires alpins. Bull. soc. géol. de France. (3.) **25**. p. 638—640. 1897.
71. Kittel: Skizze der geognostischen Verhältnisse der nächsten Umgebung Aschaffenburgs. 1840.
72. A. Knop: Über Pseudobiotit. Zeitschr. f. Kryst. **12**. p. 607—609.
73. — Über Mineralien aus dem körnigen Kalk. Ibid. 1877. p. 284; 1887. p. 236, 588, 607.
74. — Berichte über die Versammlungen des Oberrhein. geol. Vereins. XVII. Versamml. zu Frankfurt a. M. 17. April 1884. p. 7—8.
75. — Beiträge zur Kenntniss einiger Glieder der Glimmerfamilie. Zeitschr. f. Kryst. **12**. p. 588—607.
76. Fr. Kovář: Stilpnosiderit und Cyanit im Urkalk von Trpín. Dies. Jahrb. 1901. II. p. 225.
77. — Chemische Untersuchungen einiger Mineralien der Umgebung von Öls in Mähren. Abhandl. d. böhm. Akad. 1898. No. 9.
78. A. Kuhlberg: Die Insel Pargas (Ahlön) chemisch und geognostisch untersucht. Archiv f. d. Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands. (1.) **4**. p. 115—173.
79. A. Lacroix: Sur les cipolins à minéraux et sur les roches à Wernérite de l'Ariège. Compt. rend. **110**. p. 54. 1890.
80. — Contribution à l'étude des roches métamorphiques éruptives de l'Ariège (Feuille de Foix). Bull. des services de la Carte géol. de la France. No. 11. **2**. p. 1—24. 1890.

81. A. Lacroix: Les roches à axinite (limurites) des contacts granitiques des Hautes-Pyrénées. Compt. rend. **127**. p. 673—675. 1898.
82. — Comptes rendus. **110**. (1890.) p. 54.
83. — Sur quelques cas de production d'anatase par voie secondaire. Bull. soc. franç. de min. **24**. p. 425—428. 1901.
84. J. Lemberg: Über die Contactbildungen bei Predazzo. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. **24**. 1872. p. 187—264.
85. — Ibid. **29**. 1877. p. 457, 634.
86. O. Leneček: Über Predazzit und Pencatit. Min. u. petr. Mitth. **12**. p. 429—442 u. 447—456.
87. H. Lenk: Studien an Gesteinen aus dem mexikanischen Staat Oaxaca. Beitr. z. Geol. u. Palaeont. d. Republik Mexico. **2**. Heft 2. p. 111—118. Leipzig 1898.
88. Ch. H. Lees: On the Thermal Conductivities of Crystals and other Bad Conductors. Phil. Trans. Roy. Soc. London for 1892. **183**. p. 481—509.
89. C. v. Leonhard: Bitten und Wünsche, den körnigen (sogen. Ur-) Kalk betreffend. Dies. Jahrb. 1833. p. 312—315.
90. R. Lepsius: Griechische Marmorstudien. Anhang z. d. Abhandl. d. k. preuss. Akad. d. Wiss. Berlin 1890.
91. — Geologie von Attika. Ein Beitrag zur Lehre vom Metamorphismus der Gesteine. Berlin 1893.
92. G. Link: Dies. Jahrb. 1883. I. p. 204.
93. B. Lotti e D. Zaccagna: Sezioni geologiche nella regione centrale delle Alpe Apuane. Boll. R. Com. Geol. d'Italia. **12**. p. 5—32.
94. Meneghini: Proc. verb. Soc. Tosc. sc. nat. Ad. 14 Nov. 1880.
95. P. Merian: Über den Kaiserstuhl bei Freiburg. Verhandl. d. naturf. Ges. zu Basel. **7**. p. 64. 1847.
96. A. Müller: Pseudomorphose von Brookit nach Titanit von dem Steinbruch St. Philippe bei Markirch in den Vogesen. Ibid. 1857. p. 573 ff.
97. H. Müller: Über die Erzlagerstätten in der Umgegend von Berggiesshübel. Leipzig 1890.
98. Fr. Naumann: Lehrbuch der Geognosie. Bd. I. p. 510—512, 712—714, 750—753.
99. Fr. Naumann und B. Cotta: Geognostische Beschreibung des Königreichs Sachsen und der angrenzenden Länderabtheilungen. Heft 5. p. 77—79. Dresden und Leipzig 1845.
100. F. Nies: Geognostische Skizze des Kaiserstuhlgebirges im bad. Breisgau. Inaugural-Dissertation. Heidelberg 1862.
101. Nöggerath: Marmor und andere Steinarten unter den Bauresten alter römischer Architektur zu Trier. Niederrhein. Ges. f. Naturkunde zu Bonn. 1857. 4. März.
102. M. M. Ogilvie Gordon: The Geological Structure of Monzoni and Fassa. Edinburgh 1902—1903.
103. Oschatz: Mittheilung über die mikroskopische Structur des weissen körnigen Marmors. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. **7**. p. 5—6.

104. P. Ozchegow: Contact von Granit und Kalkstein bei der Station Berdjanch der Samara—Slatouster Eisenbahn. Beilage zu den Sitzungsprot. d. Naturf.-Ges. a. d. Kasaner Universität. No. 175. p. 1—15. 1899.
105. G. vom Rath: Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1875. p. 295.
106. E. Repetti: Sopra l'Alpe Apuane ed i marmi di Carrara. 1820.
108. Ferd. Freih. v. Richthofen: Geognostische Beschreibung der Umgegend von Predazzo, St. Cassian und der Seisser Alpe in Süd-Tirol. p. 252—279. Gotha 1860.
109. F. Rinne: Beitrag zur Kenntniss der Umformung von Kalkspathkrystallen und von Marmor unter allseitigem Druck. Dies. Jahrb. 1903. I. p. 160—178.
110. J. Roth: Bemerkungen über die Verhältnisse von Predazzo. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. **3**. p. 140—148.
111. — Verhältnisse von Predazzo im Fleimser Thal in Süd-Tirol. Ibid. **3**. p. 109—110.
112. — Über den Kalk von Predazzo. Erdmann's Journal. 1851. p. 846 ff.
113. — Allgemeine und chemische Geologie. Bd. II. Petrographie. 1887.
114. Roussel: Sur les calcaires cristallines des Pyrénées. Bull. soc. géol. de la France. (3.) **16**. p. 820. 1888.
115. Sandberger: Dies. Jahrb. 1893. I. p. 101.
116. A. Sauer: Erläuterungen zur geologischen Karte von Sachsen. Section Meissen. p. 46—53. Leipzig 1889.
117. — Erläuterungen zur geologischen Karte von Sachsen. Section Elterlein—Buchholz. 2. Aufl. Revidirt von C. Gabert im Jahre 1900. Leipzig 1901.
118. Fr. Schafarzik: Über die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Orsava, Jesselnicza und Ogradina. Jahresber. k. ungar. geol. Anst. f. 1890. p. 141—158.
119. F. Schalch: Erläuterungen zur geologischen Specialkarte Sachsens. Section Schwarzenberg. 1. Aufl. Leipzig 1884.
120. Th. Scheerer: Bemerkungen über gewisse Kalksteine der Gneiss- und Schieferformation. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1851. p. 31—46.
121. J. Schill: Das Kaiserstuhlgebirge. Beitr. z. min. u. geogn. Kenntniss des Grossherzogthums Baden, herausgeg. von G. Leonhard. Heft 2 p. 21—42 u. Heft 3 p. 1. Stuttgart 1853—1854.
122. A. Schmidt: Beobachtungen über das Vorkommen von Gesteinen und Mineralien in der Centralgruppe des Fichtelgebirges nebst einem Verzeichniss der dort auftretenden Mineralien und deren Fundstätten. Inaugural-Dissertation. Nürnberg 1895.
123. C. Schmidt: Beiträge zur Kenntniss der im Gebiete von Blatt XIV der geologischen Karte der Schweiz in 1 : 100000 auftretenden Gesteine. Anhang z. XXV. Lieferung d. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz. Bern 1891.
124. Fr. Schmidt: Die Kalksteinlager im Fichtelgebirge. Corresp.-Bl. d. zool. u. min. Ver. in Regensburg. 12. Jahrg. p. 9—16. 1858.

124 a. Schober (Thürach): Führer durch den Spessart. p. 17—26. Aschaffenburg 1888.
125. E. Schumacher: Kalklager der Strehlauer Gegend. Inaugural-Dissertation. Breslau. Dies. Jahrb. 1878. p. 814—815 u. p. 817—821.
126. — Zeitschr. deutsch. geol. Ges. **30**. 1878. p. 485.
127. Stache und v. John: Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. **27**. 1877. p. 1174.
128. De Stefani: Boll. R. Com. Geol. No. 5 u. 6. **5**. 1874.
129. — Le pieghe delle Alpi Apuane. Contribuzione agli studi sull' origine delle montagne. Publicazioni del R. Istituto di Stud. super ch. in Firenze Sezione di Scienze Fisiche e Naturali. No. 16. Florenz 1889.
130. J. Steinhäuser: Der Tiroler Marmor und seine Eigenschaften in technischer Beziehung. Verhandl. k. k. geol. Reichsanst. No. 11. 1870. p. 207.
131. Stelzner: Min. Mitth. 1873. p. 231.
132. — Dies. Jahrb. 1872. p. 196.
133. — Beitrag zur Geologie der argentinischen Republik. 1885. p. 8.
134. F. v. Tchihatchef: Beitrag zur Kenntniss des körnigen Kalkes von Auerbach—Hochstätten a. d. Bergstr. Abhandl. d. grossh. hess. geol. Landesanst. zu Darmstadt. **1**. Heft 4. Darmstadt 1888.
135. H. Thürach: Über die Gliederung des Urgebirges im Spessart. Geogn. Jahresh. 5. Jahrg. 1892. p. 1—60.
135 a. — Verhandl. d. physik.-medicin. Ges. zu Würzburg. Neue Folge. **18**.
136. Héricart de Thury: Über den Statuen-Marmor von Bérergière im Isère-Dep. L'Instit. 1836. **4**. p. 74.
137. J. Texner: Über die alten Marmorbrüche bei Bora in Afrika. Bull. géol. soc. 1834. **4**. p. 160—161.
138. St. Traverso: Geologia dell' Ossola. Genova 1895.
139. B. Turbay: Der Zinkbergbau der Altenberger Gesellschaft bei Ammeberg in Schweden. Berg- u. hüttenmänn. Zeitung. **25**. No. 48 u. 49. p. 405—409 u. 417—420.
140. J. H. L. Vogt: Der Marmor in Bezug auf seine Geologie, Structur und seine mechanischen Eigenschaften. Zeitschr. f. prakt. Geologie. 1898. p. 4 u. 43.
141. — Norsk Marmor. Norges geologiske undersögele. No. 22. Kristiania 1897.
142. E. Weinschenk: Allgemeine Gesteinskunde als Grundlage der Geologie. Freiburg i. Br. 1902.
143. — Die Tiroler Marmorlager. Zeitschr. f. prakt. Geologie. **11**. Jahrg. 1903. Heft 4.
144. — Vergleichende Studien über den Contactmetamorphismus. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. (1902.) **54**. p. 441—479.
145. K. Weiss: Der Staurolith in den Alpen. Zeitschr. d. Ferdinandeums f. Tirol u. Vorarlberg. 3. Folge. **45**. 1901. p. 129—171.
146. Wichmann: Über Berggiesshübler Granat. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1875. **27**. p. 749.

147. G. H. Williams: The Petrography and Structure of the Piedmond Plateau in Maryland. Bull. geol. soc. Amer. **2**. 1891. p. 301—322.
148. G. C. Wittstein: Untersuchung einiger weisser Marmorarten. Buchner's Repertor. **3**. p. 24 ff.
149. Zaccagna: Una escursione nella regione marmifera del Carrarese. Boll. R. Com. Geol. **12**. 1881. p. 476—501.
150. — La carta geologica delle Alpi Apuane etc. Boll. soc. geol. Ital. **15**. 1896.
151. C. Doelter: Der geologische Bau, die Gesteine und Mineralfundstätten des Monzoni-Gebirges in Tirol. Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. 1875. p. 207.
152. Gümbel: Deutsche geographische Blätter. Bd. IV. p. 5 ff. Bremen 1881.
153. G. Steinmann und Fr. Graeff: Geologischer Führer der Umgebung von Freiburg. 1890.
154. G. Klemm: Beiträge zur Kenntniss des krystallinen Grundgebirges im Spessart. (Abh. d. Grossh. hess. geol. Landesanst. zu Darmstadt. Bd. II. Heft 4. 1895.)

Die in geologischen Formationen verschiedensten Alters eingeschalteten Lager von körnigen Kalken und Dolomiten haben schon in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die Aufmerksamkeit vieler Geologen und Mineralogen auf sich gezogen und zu umfangreichen Arbeiten und Controversen mehrfach Veranlassung gegeben. Im Jahre 1833 veröffentlichte K. C. v. Leonhard (89) seine „Bitten und Wünsche, den körnigen (sogen. Ur-) Kalk betreffend". Specialarbeiten Leonhard's über dies Gebiet sind freilich kaum bekannt geworden, doch vertritt er in seinem „Lehrbuch der Geognosie und Geologie" den Standpunkt, welchen damals B. Cotta einnahm. Dieser hielt zu jener Zeit dreierlei Bildungsweisen des körnigen Kalkes für möglich (27):

1. Ursprüngliche Ausscheidung als Calciumcarbonat aus der feurig-flüssigen Planetenmasse, zugleich mit den plutonischen Schiefergesteinen (wie Glimmerschiefer);
2. selbständiges Empordringen aus dem Erdinnern;
3. Umwandlung aus dichtem Kalkstein.

Die auf die erste Weise entstandenen körnigen Kalke unterscheiden sich nach Cotta von denen der zweiten Art (den wirklich eruptiven) dadurch, dass sie niemals eingebackene Schieferbruchstücke, dagegen weit mehr accessorische Mineralien enthalten als diese. Ferner zeigen sie an der Grenze

gegen die Schiefer eine eigenthümliche Verwebung mit diesen, indem immer dünner werdende Kalklamellen mit Schieferlagen abwechseln. Diese mit Kalk verwebten Schieferlagen sind auf die wunderlichste, mannigfachste Art gebogen. Auch in der Farbe sollen die Kalke, welche zugleich mit den krystallinischen Schiefern als erste Erstarrungskruste der Erde ausgeschieden wurden, von den späteren Kalken eruptiven Ursprungs sich unterscheiden, indem die ersteren rein weiss, die letzteren grau, blaugrau oder grünlich gefärbt oder grau und weiss gestreift sind. Beispiele für die erstgenannte Bildungsweise sollen die körnigen Kalke von Plaue, Erdmannsdorf, Tharand und einige andere sächsische Vorkommnisse darbieten, während der Kalk von Miltitz bei Meissen für einen später in die Hornblendeschiefer eingedrungenen eruptiven Kalk erklärt wird. — In späteren Jahren ist Cotta von diesen Anschauungen zum grossen Theil zurückgekommen. Die fichtelgebirgischen Marmore hält er für contactmetamorph (35). In einer Abhandlung über „Ursprung des körnigen Kalkes“ vom Jahre 1853 (30) giebt er folgende, an moderne Anschauungen erinnernde Erklärung der eigenartigen Verbandsverhältnisse zwischen manchen Kalken und den sie umgebenden Schiefern: Der Kalkstein wurde durch Wärme stärker erweicht als die ihn einschliessenden Gesteine. In diesem Zustande ist er dann der Form nach eruptiv und aus seiner ursprünglichen Lagerung theilweise in die Zerspaltungen der Nachbargesteine eingepresst worden derart, dass er nun ausser regelmässigen Lagern zuweilen auch Gänge, Ramificationen und stockförmige Massen in denselben bildet, ihre Schichtung oder Schieferung gestört hat und zerbrochene dünne Schieferlamellen einschliesst. Der Erweichung des dichten Kalksteins folgte dann eine krystallinisch-körnige Erstarrung, begleitet von Contactbildungen. — An anderer Stelle, bei Gelegenheit der Besprechung des körnigen Kalkes von Hainichen in Sachsen, nennt Cotta diese Lagerungsform eine „injective“, eine Bezeichnung, die heutzutage vielleicht noch anzunehmen wäre. Dass Cotta gegen Ende seines Lebens an die Möglichkeit einer eruptiven Bildung körniger Kalke nicht mehr glaubte, geht aus der Definition des krystallinischen Kalkes in der letzten Auflage seiner „Geologie der Gegen-

wart“ (39) hervor, wo er sagt: „Krystallinisch-körniger Kalkstein oder Marmor scheint stets durch Umwandlung (Krystallisation) unter starker Bedeckung aus einer der vorstehenden Varietäten (dichten Kalkes) hervorgegangen zu sein, und findet sich deshalb ganz vorzugsweise zwischen krystallinischen Schiefern, die selbst unter plutonischen Einwirkungen aus thonigen Sedimenten entstanden sind.“

Auch C. Fr. Naumann hielt wenigstens in früheren Jahren den eruptiven Ursprung mancher körniger Kalke für wahrscheinlich. Es geht dies unter anderem aus seiner Beschreibung der Kalklager von Miltitz bei Meissen (99) hervor, wo er sogar eine contactmetamorphische Veränderung des Hornblendeschiefers durch den eruptiven Kalk nachweisen zu können glaubte. In der zweiten Auflage seines Lehrbuchs der Geognosie (98) spricht er dagegen die Ansicht aus, dass die krystallinischen Kalksteine, „so wie sie uns gegenwärtig vorliegen, grossentheils als thermometamorphische Gebilde zu betrachten seien, indem ihre letzte Verfestigung und Krystallisirung aus dem feurig erweichten Zustande stattgefunden hat“. — Zu ähnlichen Anschauungen gelangte auch H. Coquand (26), welcher in den von ihm untersuchten körnigen Kalken der Pyrenäen Fossilien entdeckt und Übergänge fossilreicher, gewöhnlicher Kalksteine in körnige beobachtet hatte. Coquand glaubte jedoch, auf Grund des höheren specifischen Gewichtes der umkrystallisirten Kalke, neben der Hitze auch dem Drucke bei der Metamorphose eine bestimmende Rolle zuschreiben zu müssen. Als Resultat aller Untersuchungen ergab sich ihm: 1. Es giebt keinen Urkalk. 2. Die krystallinische Beschaffenheit der Kalke ist eine allgemein an eruptive Ausbrüche geknüpfte Thatsache. 3. Die Dichte und Weisse derselben sind Wirkungen des Druckes und der Hitze. 4. Die accessorischen Gemengtheile sind durch Sublimation aus dem Eruptivgestein in den Kalk hinübergelangt (26).

Im scharfen Gegensatz zu den bisher besprochenen Anschauungen stand um die Mitte des vorigen Jahrhunderts eine andere Gruppe von Gelehrten, als deren Hauptvertreter G. Bischof, Justus Roth und C. Fromherz zu nennen sind. Diese Forscher leugneten zwar die Möglichkeit der Um-

krystallisirung der Kalksteine in der Hitze nicht gänzlich, schrieben jedoch den meisten Marmoren eine Bildung auf wässerigem Wege zu, so J. Roth (110, 111) den Predazziten des Fassa-Thals, G. Bischof (9) dem körnigen Kalk von Auerbach und C. Fromherz (49, 50) demjenigen des Kaiserstuhls. J. Roth hat freilich später seine Anschauungen geändert, denn in seiner „Allgemeinen und chemischen Geologie“ erscheint er als überzeugter Anhänger der Contactmetamorphose. Bei G. Bischof (9) dagegen findet man den Neptunismus auf den Höhepunkt getrieben. Er vergleicht die Umwandlung des dichten Kalksteins in körnigen mit der Umwandlung der Stiel- und Armglieder der fossilen Echinodermen in Kalkspath und sagt: „Diese Verhältnisse führen zur richtigen Erklärung der Umwandlung des dichten Kalksteins in körnigen. Die organische Materie wurde nach und nach auf nassem Wege zerstört und von Gewässern fortgeführt; sie wurde durch den kohlensauren Kalk, welchen sie absetzten, verdrängt. War die Verdrängung vollständig, so blieb ein weisser körniger Kalk zurück; war sie nicht vollständig, wurden nur die flüchtigen Bestandtheile der organischen Materie fortgeführt, so blieb der graufärbende Kohlenstoff zurück.“ Die Gewässer, aus denen körnige Kalke sich absetzten, enthielten nach Bischof stets noch andere Carbonate, sowie Silicate aufgelöst; fehlten diese Beimengungen, so entstand kein körniger Kalk, sondern Kalkspath. Bischof giebt nicht einmal die Möglichkeit einer Contactmetamorphose der Kalke durch Eruptivgesteine zu; der Granit ist ihm ein „geologischer Hokus-Pokusmacher“; dem Druck spricht er jede Fähigkeit ab, bei der Bildung der Mineralien und Gesteine irgend welchen Einfluss auszuüben.

Wenn auch diese Anschauungen heute als überwunden gelten, so ist doch die Mehrzahl der lebenden Geologen nicht geneigt, sämmtliche Vorkommnisse von körnigem Kalk auf eine durch Eruptivgesteine bewirkte Contactmetamorphose zurückzuführen; vielmehr wird dort, wo kein Eruptivgestein in der Nähe aufgeschlossen ist, gewöhnlich die Regional- oder Dynamometamorphose zur Erklärung der Erscheinungen herangezogen. Es war namentlich R. Lepsius, der in seiner „Geologie von Attika“ den Versuch machte, die

Umkrystallisirung von dichtem Kalkstein in Marmor auf diesem Wege zu erklären. Nach ihm versteht man unter regionaler Metamorphose „eine Gesteinsumwandlung, die sich über ausgedehnte Landgebiete erstreckt, eine Umwandlung, bei welcher Eruptivgesteine entweder gar keine oder nur eine secundäre und untergeordnete Rolle spielen". Die bei derselben sich abspielenden Vorgänge hätte man sich etwa folgendermaassen zu denken: Die sehr kleinen Kalkspathkörner des ursprünglich zoogenen Kalksteins werden durch die lang andauernde, allmählich abnehmende und mehrfach wechselnde Wärme, die von der Erdtiefe ausgeht, sowie unter dem Einfluss des Gebirgsdrucks, vom überhitzten Wasser, vielleicht unter Mitwirkung flüssiger Kohlensäure, auf chemischem Wege aufgelöst und in grösseren Kalkspathkrystallen wieder abgeschieden. Diese Umkrystallisation geht nur sehr allmählich vor sich, und zwar derart, dass die kleinen „hemikrystallinen" Körnchen gleichsam die Mutterlauge darstellen, aus welcher die grossen holokrystallinen Kalkspathindividuen auskrystallisiren. Je länger die Wärme andauert, oder je höher dieselbe ist, um so grobkörniger wird (bei gleichem Drucke) der Kalk werden. Andererseits wird auch, je höher der Druck steigt, das Korn um so gröber ausfallen, da bei zunehmendem Drucke, aber gleicher Temperatur, ein und dieselbe Menge Wasser grössere Quantitäten kohlensauren Kalkes aufzulösen vermag. Es wären demnach 4 Factoren, welche das Wesen der Regionalmetamorphose ausmachten, nämlich: 1. Wasser als Lösungsmittel; 2. hohe Temperatur; 3. mechanischer Druck, der das überhitzte Wasser in flüssigem Zustand in den Gesteinen festhält und zugleich dessen Lösungsfähigkeit erhöht; 4. lange Zeitdauer.

Ausdrücklich bemerkt Lepsius, dass Druck an sich, ohne lösendes Wasser, keine Umkrystallisation bewirken kann. Neues Material mineralischer Stoffe wird bei der Regionalmetamorphose den Kalken nicht zugeführt; die Übergemengtheile der von Lepsius untersuchten Marmore: Quarz, Feldspath und Glimmer finden sich auch in den nicht umgewandelten Kalksteinen jener Gegenden.

Die Ansichten W. v. Gümbel's (58) beruhten auf ähnlichen Principien. Auch er nimmt für gewisse, den krystallinen

Schiefern eingeschaltete Lager körnigen Kalkes eine ohne das Zuthun vulcanischer Agentien erfolgte Umkrystallisation an. Diese denkt er sich in der Weise zu Stande gekommen, „dass durch den Gebirgsdruck eine bis ins Kleinste gehende Zersprengung der Gesteinsmasse bewirkt wird und hierbei der Durchfeuchtung zahlreiche Zufuhrwege geöffnet werden, auf welchen nunmehr das wässerige Agens, vielleicht von der durch die Reibung hervorgerufenen höheren Temperatur unterstützt, seine Thätigkeit in erhöhtem Maasse entfalten kann". Also auch hier wieder Druck, Wasser und Wärme als wesentliche Factoren der Metamorphose.

In neuester Zeit hat J. H. L. Vogt (140, 141) eine Trennung der körnigen Kalke in regionalmetamorphe und contactmetamorphe auf Grund des verschiedenen Mineralbestandes und gewisser Eigenthümlichkeiten der Structur durchführen zu können geglaubt. Auf die Anschauungen Vogt's kann erst am Schluss dieser Arbeit ausführlich eingegangen werden, da einer der Hauptzwecke derselben in dem Nachweis besteht, dass zwischen „regional"- und contactmetamorphen Marmoren wesentliche Unterschiede im Sinne Vogt's nicht vorhanden sind. Es soll versucht werden, zu zeigen, dass in allen hier beschriebenen Fällen die Annahme einer mit vulcanischen Processen in Zusammenhang stehenden Contactmetamorphose den Vorzug vor derjenigen einer Regionalmetamorphose verdient, mögen auch immerhin die Bedingungen, unter denen die erstere stattfand, in gewissen Gebieten erheblich von den normalen verschieden gewesen sein.

Es folgt nun die specielle Beschreibung einer Anzahl körniger Kalke und Dolomite, über welche eigene Untersuchungen angestellt wurden.

Markirch im Elsass.

Der körnige Kalk von St. Philippe bei Markirch ist zur Zeit nur in einem einzigen Steinbruch aufgeschlossen, in diesem Steinbruch war einige Zeit vor meinem Besuche neuerdings gebrochen worden, so dass frisches Gesteinsmaterial in Menge zu haben war. Freilich ist das von Groth (56) gegebene Profil bei weitem nicht mehr im vollen Umfange sichtbar, namentlich sind die auf der Südostseite gelegenen

Theile des Steinbruchs von Rasen und Schutt bedeckt; doch ist an der entgegengesetzten Seite (rechts vom Eingang) der Contact zwischen Gneiss und Kalk noch sehr gut zu beobachten.

Der körnige Kalk von Markirch ist nach Groth (56) eine Einlagerung im sogen. jüngeren Gneiss; dieser ist am Contact ein röthlichgraues feinkörniges, im Allgemeinen nicht schieferiges Gestein, welches aus vorherrschendem Feldspath und Biotit besteht, während der Quarz mehr zurücktritt. Der unmittelbar neben diesem Gneiss anstehende Kalk ist sehr reich an accessorischen Mineralien, welche lagenweise angeordnet sind, und zwar wechseln namentlich phlogopitreiche Streifen mit solchen, die sehr wenig Glimmer, dafür aber reichlichen grünen Serpentin enthalten. Im Dünnschliff ist von dieser Art Schichtung wenig zu sehen, da die einzelnen Lagen im Allgemeinen zu breit sind, als dass mehrere auf einem gewöhnlichen Schliff Platz fänden. Im Übrigen beobachtet man bei der mikroskopischen Untersuchung Folgendes: Der Kalkspath bildet Individuen mittlerer Korngrösse und ist in normaler Weise zwillingslamellirt, von verzahnter Structur ist wenig zu sehen. Dagegen sind auffallend die vielen Durchwachsungen mehrerer Individuen, welche in ganz unregelmässiger Weise, oft auch mit zackigen Conturen, einander durchdringen. Phlogopit in Krystallen mit schwachem Pleochroismus von farblos bis sehr lichtbräunlich ist reichlich vorhanden. Interessant sind die ebenfalls sehr häufigen Pseudomorphosen nach Forsterit. Die ursprünglichen Krystalle waren klein und, wie gewöhnlich, mehr oder weniger gerundet; sie erscheinen an einzelnen Stellen des Schliffs zu Nestern zusammengedrängt. An diesen Krystallen beobachtet man nun 2 Haupttypen von Pseudomorphosen: 1. Serpentin-Pseudomorphosen, welche immer etwas, z. Th. viel Kalkspath enthalten und mit den als „Eozoon" bezeichneten Gebilden eine nicht unbedeutende Ähnlichkeit aufweisen. Der Serpentin ist im gewöhnlichen Licht theils gelbgrün, theils sehr lichtgrün, aber nicht pleochroitisch; zwischen gekreuzten Nicols zeigt er z. Th. eine etwas höhere Doppelbrechung, als ihm gewöhnlich zukommt. 2. Kalkspath-Pseudomorphosen mit spärlichem Serpentin; diese treten im gewöhnlichen Licht sehr

schön hervor, da sie sich durch ihr klares Aussehen von der im Allgemeinen trüben Grundmasse abheben. — Zwischen den beiden Haupttypen der Pseudomorphosen nach Olivin kommen nun alle Übergänge vor, so dass bei zahlreichen dieser Umwandlungsproducte annähernd gleich viel Serpentin und Kalkspath vorhanden sind.

Neben Serpentin und Phlogopit, aber viel spärlicher, liess sich als accessorisches Mineral Tremolit nachweisen; derselbe ist kaum erkennbar grünlich gefärbt und nicht pleochroitisch; die Individuen sind idiomorph, zeigen vollkommene Spaltbarkeit und eine Auslöschungsschiefe von etwa 18 Grad. — Ferner kommen winzige, sehr kräftig lichtbrechende und auch stark doppelbrechende Körnchen vor, deren nähere Bestimmung nicht möglich war; doch gehören sie zweifellos weder dem Zirkon, noch dem Titanit an.

Mit dem beschriebenen Kalk wurde eine Trennung in Thoulet'scher Lösung ausgeführt; hierbei wurden die im Dünnschliff gemachten Beobachtungen bestätigt, ohne dass etwas Neues gefunden wurde. — Die weiter vom Contact mit dem Gneiss entfernten Partien des Marmorlagers enthalten im Allgemeinen die gleichen accessorischen Mineralien, aber niemals in solcher Menge wie direct am Contact. So zeigt ein Handstück eines ziemlich grobkörnigen weissen Marmors ebenfalls Lagen von Phlogopit und von Serpentin, welch letzterer hier sowohl in der gewöhnlichen grünen, als auch in einer eigenthümlichen schwarzen Modification vorhanden ist. Als solche wird nach Weinschenk ein sehr schwach doppelbrechendes Mineral bezeichnet, welches makroskopisch schwarz ist, im Dünnschliff aber die eigenthümliche Erscheinung zeigt, dass die parallel zur Hauptzone schwingenden Strahlen vollkommen absorbirt werden, während die dazu senkrecht schwingenden völlig farblos bleiben. Es sei darauf hingewiesen, dass auch in dem contactmetamorphen Kalk von Obernzell bei Passau die beiden Serpentinvarietäten, die grüne und die schwarze, nebeneinander vorkommen und die als „Eozoon bavaricum" bezeichneten Gebilde theilweise gemeinsam zusammensetzten. U. d. M. zeigt der Kalkspath normales Aussehen; eine verzahnte Structur ist nur an einzelnen Stellen, dort aber sehr deutlich ausgebildet. Phlogopit von der oben

beschriebenen Beschaffenheit ist reichlich vorhanden, ebenso die Pseudomorphosen von Serpentin nach Forsterit; letzterer ist zu einem grossen Theil noch erhalten und zeigt dann die typische Maschenstructur; an anderen Stellen sind bereits die gesammten Krystalle in Serpentin umgewandelt, welcher im gewöhnlichen Lichte so gut wie farblos erscheint und zwischen gekreuzten Nicols durchweg sehr niedrige, schwärzlich graue bis graublaue Interferenzfarben erkennen lässt. Die Calcit-Pseudomorphosen scheinen an dieser Stelle des Lagers nicht vorzukommen. Dagegen liess sich Periklas nachweisen: vereinzelte gerundete Oktaëder, farblos und optisch isotrop; dieselben könnten auf den ersten Blick vielleicht für Spinell gehalten werden; doch ist die Lichtbrechung hierfür nicht kräftig genug, und die sehr gut entwickelte hexaëdrische Spaltbarkeit lässt keinen Zweifel übrig, dass es sich um Periklas handelt.

Auch mit dem eben beschriebenen Material wurde eine mechanische Trennung in Thoulet'scher Lösung vorgenommen: es konnte hierbei das Vorkommen des Periklas bestätigt werden; daneben aber fanden sich rosa gefärbte, ebenfalls isotrope Kryställchen, welche von einer deutlichen Spaltbarkeit nichts erkennen liessen und demnach wohl für Granat gehalten werden müssen, worauf auch die Form hinweist. Endlich wurde bei der mechanischen Trennung die Anwesenheit von Magnetkies festgestellt.

Interessant ist ferner ein Handstück, welches den Contact des Marmors mit einem aplitischen Gange zeigt, wie sie auch den umgebenden „Gneiss" durchsetzen. Der hier in Betracht kommende Aplit ist ein Gestein von mittlerer Korngrösse und besteht im Wesentlichen aus Quarz und weissem Feldspath, daneben führt er in nicht unbeträchtlicher Menge goldbraunen Glimmer. Die unmittelbare Umrandung des Aplits bildet ein ausschliesslich aus Phlogopit bestehendes Band, dann folgt eine schmale Zone grünen Serpentins, sodann eine breitere Zone, welche sehr reich an schwarzem Serpentin ist, und an diese schliesst sich der normale, grobkörnige, weisse Marmor mit den gewöhnlichen Übergemengtheilen. Von einem Splitter des beschriebenen Handstücks wurde ein grosser Schliff ($7 \times 5\frac{1}{2}$ cm) angefertigt, welcher bei der mikroskopi-

schen Untersuchung folgendes Bild ergab: Die Hauptgemengtheile des Aplits sind, wie man schon makroskopisch sieht, Quarz und Plagioklas; letzterer ist zum grössten Theil stark zersetzt und ganz trübe, so dass die Zwillingslamellirung nur noch an einzelnen Individuen erkennbar ist. Ausser dunkelrothbraunem Glimmer führt der Aplit verschiedene Übergemengtheile, wie Granat, Titanit und wahrscheinlich auch schwach doppelbrechende Glieder der Epidotgruppe, deren nähere Bestimmung hier von keinem Belang ist. Der Glimmer im Aplit ist tief gefärbt; geht man aber zu dem nur aus Glimmer bestehenden Bande über, welches den Aplit umrandet. so ist die Färbung des Glimmers hier viel schwächer; die dunkelste Nüance, die erreicht wird, ist ein helles Braun. Im Marmor selbst endlich ist der Pleochroismus unbedeutend; es findet nur noch ein Wechsel zwischen farblos und einem sehr lichtbräunlichen Farbentone statt. — Im Dünnschliff sieht man ferner, dass der Kalk unmittelbar hinter dem Phlogopitbande beginnt, während bei der makroskopischen Betrachtung noch eine schmale Serpentinzone sich dazwischen zu schieben scheint. Diese besteht in Wirklichkeit aus Kalk mit reichlichem, in Umwandlung begriffenen Forsterit. Neben den gewöhnlichen Pseudomorphosen von lichtgelbgrünem Serpentin kommen auch hier zahlreich solche von schwarzem Serpentin vor, dessen Eigenschaften in diesem Schliff ganz besonders gut zu beobachten sind. — Auch Periklas konnte wieder nachgewiesen werden, und zwar in nicht unbeträchtlicher Menge; er kommt wie der Forsterit in Form kleiner Einsprenglinge im Kalk vor, von denen ein Theil frisch, der andere ebenfalls in Serpentinisirung begriffen ist; diese beginnt an den Spaltrissen und auch an unregelmässigen Sprüngen des Minerals, so dass eine ganz ähnliche Maschenstructur zu Stande kommt, wie sie der im Beginn der Serpentinisirung stehende Olivin aufweist. — Was endlich die Marmormasse selbst betrifft, so ist nur zu erwähnen, dass eine verzahnte Structur derselben an vielen Stellen deutlich hervortritt.

Die reinsten Partien des Marmorlagers von St. Philippe werden von einem grobkörnigen, weissen Marmor gebildet, welcher nur mehr spärlichen Serpentin, aber immer noch

ziemlich viel Phlogopit führt. U. d. M. ist der Kalkspath durch schöne Ausbildung und besondere Breite der Zwillingslamellen ausgezeichnet; die einzelnen Körner sind ziemlich gut miteinander verzahnt. Geht man zu stärkeren Vergrösserungen über, so erweist sich der Kalk als erfüllt von regellos angeordneten Gasbläschen und minimalen Flüssigkeitseinschlüssen, eine Erscheinung, die bei manchen körnigen Kalken beobachtet werden kann. Was die accessorischen Mineralien betrifft, so wäre zunächst Dolomit zu erwähnen, der in Form kleiner, nicht zwillingslamellirter Körner, bisweilen auch deutlicher Rhomboëder, von abweichender optischer Orientirung in den grösseren Calcitindividuen eingeschlossen vorkommt. Der Phlogopit ist, wie gewöhnlich, sehr hellbräunlich; Pseudomorphosen von im Dünnschliff farblosem Serpentin nach Forsterit sind nicht gerade selten; endlich kommen hier und da sehr feinschuppige Aggregate von Chlorit (Pseudophit) mit anomalen Interferenzfarben vor.

Zum Schluss wäre noch ein Mineralgemenge zu besprechen, welches von Groth als „Kalkconglomerat" bezeichnet worden ist. Dasselbe bildet am südwestlichen Ende des Steinbruchs (rechts vom Eingang) das unmittelbare Liegende des Gneisses und ist auf der Seite, sowie nach der Tiefe zu von einem sehr unreinen körnigen Kalk, wie er im Anfang dieses Abschnittes beschrieben wurde, umgeben. Die vom Verfasser an dieser Stelle gesammelten Handstücke lassen sich folgendermaassen beschreiben: In einem mineralreichen Kalk sind Pseudophitknollen eingebettet, die von Phlogopitzonen umrandet werden. Die Knollen enthalten einen weissen, mattschimmernden Kern, vermuthlich umgewandelten Feldspath. An anderen Stellen umgeben die Phlogopitkränze keine grünen Pseudophitknollen, sondern graue, mit Salzsäure sehr schwach brausende Partien. Die Stücke zeigen schön polirte Rutschflächen. Diesem makroskopischen Befund nach handelt es sich um die von Delesse (42, 44) beschriebenen Nieren im Kalk, welche aus einem Kern von dichtem weissen Feldspath, einer inneren Schale von „Pyrosklerit" (d. i. Pseudophit) mit Glimmerblättchen und einer äusseren Schale von bronzefarbenem Glimmer bestehen. Nun zeigt aber die mikroskopische Untersuchung, dass die wie Pseudophit aussehende Substanz

zum geringsten Theil von Chlorit gebildet wird; der bei weitem grössere Theil setzt sich zusammen aus feinschuppigen Aggregaten eines nicht sicher bestimmbaren Minerals (wahrscheinlich Talk) und radialstrahligen Aggregaten lichten Glimmers; hinzu tritt viel Titanit und Zirkon; Chlorit aber ist ziemlich untergeordnet und nur pseudomorph nach einem vollkommen spaltbaren Mineral, über dessen Natur nichts Näheres mehr zu ermitteln ist. Die den „Pseudophitknollen" umgebende Phlogopitzone besteht u. d. M. aus einem ziemlich kräftig pleochroitischen Glimmer mit Einschlüssen von Zirkon; ausser spärlichem Titanit sind andere Mineralien in dieser Zone nicht nachzuweisen. Die Glimmerlamellen sind vielerwärts gebogen, zerbrochen und in mannigfacher Weise auf- und durcheinander gepresst. Im anstossenden Kalk ist der Phlogopit, wie schon öfters beobachtet, nur schwach pleochroitisch; er enthält hier Einschlüsse von Kalk. Ferner findet sich, wie gewöhnlich, Forsterit, der in Serpentinisirung begriffen ist.

Im Marmor von St. Philippe wurden demnach bei dieser Untersuchung die folgenden accessorischen Mineralien gefunden: Phlogopit, Forsterit, Serpentin, Tremolit, Periklas, Granat, Titanit, Zirkon, Magnetkies, Dolomit, Chlorit. Von diesen sind Forsterit, Serpentin, Periklas, Granat und Dolomit in der bisherigen Literatur nirgends erwähnt; dagegen führen die früheren Autoren noch folgende Accessoria an: grünen Augit, Graphit, Spinell, Chondrodit, Quarz (Groth 56), sowie Pseudomorphosen von Brookit nach Titanit (96). Neuerdings beobachtete Lacroix (83), dass der Titanit im Pseudophit von Markirch vielfach einen bläulichen Überzug zeigt oder ganz in eine blaugraue Substanz verwandelt ist; diese besteht aus nach (001) tafeligen Anataskryställchen.

Was die Entstehung des körnigen Kalkes von Markirch anlangt, so war Delesse (42, 43) der Ansicht, dass er seine krystalline Structur zur Zeit der krystallinen Ausbildung des umschliessenden Gneisses angenommen habe, und dass das Alter beider Gesteine — wenigstens in Bezug auf ihre Metamorphose — dasselbe sei. Auch die accessorischen Mineralien, welche sich in der Mehrzahl sowohl im Kalk, als im über-

lagernden Gneiss finden, sollen nach Delesse infolge von Secretionen, welche Spalten ausfüllten, gleichzeitig in beiden Gesteinen entstanden sein. Hingegen sind nach Groth (56) die Accessoria „metamorphische Ausscheidungen im Kalk, oder, wenn man den letzteren als später gebildet ansieht, Reste der ursprünglichen Silicate, nicht fremde Einschlüsse".

Heutzutage dürfte die Ansicht von der Umkrystallisation des Marmors von Markirch und der Bildung seiner accessorischen Mineralien durch Agentien der Contactmetamorphose keinem ernstlichen Widerspruch mehr begegnen, da 1. eine Reihe echter Contactmineralien (Phlogopit. Forsterit, Chondrodit, Granat, Magnetkies) in demselben vorkommen und 2. aplitische und pegmatitische Gänge, welche auf die Nähe eines Tiefengesteinsmassivs deuten, sowohl den Marmor wie den umgebenden „Gneiss" durchsetzen. Bekannt ist das Auftreten ausgedehnter Granitmassive in der weiteren Umgebung von Markirch; dass aber auch manche der als Gneiss bezeichneten Felsarten in der Nähe des Marmorlagers nichts Anderes als veränderte granitische Gesteine sind, dürfte viel Wahrscheinlichkeit für sich haben.

Schelingen.

Der körnige Kalk von Schelingen am Kaiserstuhl ist zwar durch mehrere Steinbrüche östlich vom Dorfe aufgeschlossen, doch sind dieselben seit längerer Zeit z. Th. gar nicht mehr, z. Th. nicht mehr im regelmässigen Betrieb, so dass die Ausbeute für den sammelnden Geologen oder Mineralogen nicht besonders lohnend ausfällt. Hinzu kommt, dass der Contact nirgends aufgeschlossen, und von den Lagerungsverhältnissen überhaupt wenig zu sehen ist. Unter solchen Umständen lässt sich zu den Beschreibungen der früheren Autoren kaum etwas Neues beibringen.

Der körnige Kalk des Kaiserstuhls ist nach Graeff (54) auf zwei Seiten von anstehendem Tephrit umgeben und war nach Ansicht dieses Autors in früherer Zeit von diesem oder einem ähnlichen Ergussgestein auch bedeckt. Ferner wird er an mehreren Stellen von kleinen Eruptivgängen durchsetzt. Das Liegende des Kalkes ist nirgends sichtbar, das Hangende

bildet stellenweise Tertiär (54). Hiermit ist erschöpft, was über die Lagerungsverhältnisse bekannt ist.

Die vom Verfasser gesammelten Handstücke stellen einen grauweissen, sehr unreinen, theils mittelkörnigen, theils mässig bis sehr grobkörnigen Kalk dar. Man erkennt mit blossem Auge einen schwarzgrünen Glimmer, das von Knop als Magnoferrit bestimmte Eisenerz und gelbe Serpentinkörner. U. d. M. zeigt der Kalk schöne Zwillingslamellen und eine gut ausgebildete verzahnte Structur. Magnoferrit in Gestalt durchlöcherter Oktaëder, skeletartiger Gebilde und allerhand winziger Wachsthumsformen ist reichlich vorhanden. Die beiden anderen makroskopisch sichtbaren Accessoria sind im Dünnschliff bei weitem nicht so häufig: der Glimmer, von dem gleich ausführlicher die Rede sein wird, erweist sich hier als farblos und optisch einaxig; Forsterit, der im Beginn der Serpentinisirung steht, findet sich nur in Form ziemlich spärlicher Körnchen. Dagegen spielen zwei makroskopisch nicht sichtbare Mineralien in den Schliffen eine bedeutende Rolle: Apatit und Koppit. Ersterer bildet verhältnissmässig grosse farblose Prismen, auch quergegliederte Nadeln, die von trüben Einschlüssen erfüllt und stellenweise rosettenartig angeordnet sind. Der Koppit ist von braungelber Farbe, sehr stark lichtbrechend und optisch vollkommen isotrop; er zeigt hexaëdrische Durchschnitte oder unregelmässige Körnerform und scharfe Spaltrisse.

Eine mit diesem Material vorgenommene mechanische Trennung in Thoulet'scher Lösung bestätigte im Allgemeinen die an den Dünnschliffen gemachten Beobachtungen. Unter den specifisch schwersten Bestandtheilen fand sich viel Eisenoxyd, welches auch im Schliff an einer Stelle zu erkennen war und vielleicht mit dem Magnoferrit verwachsen vorkommt. Interessant ist der makroskopisch schwarzgrüne Glimmer, welcher in Form isolirter Blättchen auch u. d. M. noch kräftig grün gefärbt erscheint und eine starke Absorption aufweist. Dieser Glimmer, der optisch nahezu vollkommen einaxig sich verhält, ist keinesfalls identisch mit dem von Knop analysirten, um 7 % BaO enthaltenden; denn der letztere ist nach Knop äusserlich silberweiss und muscovitähnlich, zeigt aber u. d. M. einen Dichroismus, indem er in der Richtung der Hauptaxe

grün, in derjenigen der Nebenaxen rothbraun gefärbt ist. Unser Glimmer interessirt nun durch die beiden Arten der Umwandlung, die er darbietet; einmal oxydirt sich das Eisen, wodurch die grüne Färbung vollkommen verschwindet und eine braunrothe an ihre Stelle tritt; bei anderen Individuen dagegen findet eine völlige Ausbleichung und Entfärbung statt. In beiden Fällen übt die Umwandlung auf das optisch einaxige Verhalten keinen Einfluss aus.

Ausser den oben erwähnten Mineralien ist noch der Dysanalyt ein bekannter Übergemengtheil des körnigen Kalkes im Kaiserstuhl. Dies Mineral kommt in den vom Verfasser untersuchten Gesteinsproben nicht vor und liess sich auch nicht darin erwarten, da es nach Knop (72) ausschliesslich im Kalkbruch des sogen. Badlochs, zwischen Oberbergen und Vogtsburg, zu finden ist, während das untersuchte Material aus den Schelinger Kalkbrüchen stammt. — Ferner erwähnt Schill (121) aus seinen Handstücken körniger Kalke von Schelingen: Magneteisen (wohl Magnoferrit), Magnetkies, Blauspath; Graeff (54) führt noch an: Quarz und Rutil, hält aber das Vorkommen des letzteren, der nach ihm kein Contactmineral ist, für dubiös. Schliesslich ist nach Knop (72) Pseudobiotit zu nennen, d. i. ein zersetzter, eisenoxydulfreier, alkaliarmer und wasserreicher Biotit, der aber ebenfalls nicht im metamorphen Kalke von Schelingen, sondern in dem von Vogtsburg vorkommt.

Die Entstehung des körnigen Kalkes im Kaiserstuhl hat in früherer Zeit zu lebhaften Controversen Anlass gegeben. Fromherz (49, 50) war der Ansicht, dass Kalk im körnigen Zustande sich aus Wasser abscheiden könne, wenn dieses reich an Calciumbicarbonat wäre und die Verdunstung rasch erfolgte. Eine schnelle Verdunstung aber könne infolge der hohen Temperatur der Quellen im vulcanischen Gebirge leicht eintreten. Fromherz meinte nun, dass der Kalk des Kaiserstuhls ursprünglich in einem Kessel gestanden sei, in welchen von den umgebenden vulcanischen Bergen heisse, stark kalkhaltige Quellen hinabgeflossen seien und dort den Kalk abgesetzt hätten. Auch die Bildung der accessorischen Mineralien hielt Fromherz auf wässerigem Wege, eben während des Verdunstens der Quellen für möglich. Gegen die Ansicht der

Umkrystallisation durch Contactmetamorphose erhob er hauptsächlich den Einwand, dass diese Umwandlung nur unter grossem Drucke hätte vor sich gehen können, da im anderen Falle die Kohlensäure entweichen musste, und heutzutage liegt bekanntlich die Hauptmasse des Kalkes offen zu Tage. Diesem Einwand begegnet Graeff (54) mit dem Nachweis, dass früher eine Bedeckung des Kalkes durch Eruptivmassen vorhanden gewesen sein muss. Diese Voraussetzung erfordern schon allein die z. Th. ziemlich mächtigen Eruptivgänge, welche fast auf den höchsten Erhebungen der Kalkmasse, auf dem Scheibenbuck bei Schelingen, zu Tage treten. Ferner sind die Massen losen Auswurfsmaterials, die sich in der näheren Umgebung des Kalkes finden, nur erklärlich unter der Annahme, dass dort thätige vulcanische Schlote vorhanden waren. Da solche nun heutzutage nirgends mehr erkennbar sind, so muss eine ziemlich starke Denudation stattgefunden haben. Wäre somit die Möglichkeit einer Umwandlung durch Contactmetamorphose klargestellt, so wird sie dadurch sehr wahrscheinlich, dass ein Theil der accessorischen Mineralien des Kalkes typische Contactmineralien sind, nämlich Forsterit, Apatit, Magnetkies, Quarz. Es bliebe dann nur noch die Frage nach dem Gestein zu beantworten, welches die Umwandlung bewirkt hat. Da von Ergussgesteinen, wie Tephrit, Phonolith, Leucitophyr solche weitreichende Contactwirkungen sonst nicht bekannt sind, so wird man am besten mit Graeff (55) annehmen, dass unter dem Kaiserstuhl ein kleineres oder grösseres Tiefengesteinsmassiv vorhanden ist, welches die Metamorphose der centralen Kalkmasse des Gebirges verursacht hat, mag dies Tiefengestein nun die Zusammensetzung der foyaitisch-theralithischen Magmen haben, wie Graeff meint und worauf die im Phonolith des Kaiserstuhls vorkommenden, von Lacroix beschriebenen Einschlüsse von Nephelinsyenit hindeuten, oder mag es einem anderen Typus angehören.

Auerbach an der Bergstrasse.

Eines der berühmtesten Lager körnigen Kalkes, das von Auerbach an der Bergstrasse, bietet heutzutage nicht mehr die reiche Fülle von Aufschlüssen wie früher. In Be-

trieb ist nur noch die unmittelbar bei den Hoffmann'schen Kalköfen gelegene Hauptgrube auf der Rossbach, und zwar ist hier der Abbau ausschliesslich unterirdisch; die Gruben auf der Bangertshöhe sind seit Langem aufgelassen und verfallen, so dass man nur noch sehr spärliches Material dort findet, und das Gleiche gilt von den verschiedenen über Tage befindlichen Brüchen. Es ist dies namentlich in Bezug auf die Bangertshöhe sehr zu bedauern; denn nach den Berichten der älteren Autoren und nach den spärlichen Beobachtungen, welche sich zur Zeit noch machen lassen, handelt es sich dort um ein Vorkommen, welches von dem bekannten und in der Literatur vorwiegend behandelten auf der Rossbach in einigen wesentlichen Punkten abzuweichen scheint.

Eine genaue Nachprüfung der von v. Tchihatchef (134), L. Hoffmann (67) und C. Chelius (20) beschriebenen Lagerungsverhältnisse des Kalklagers auf der Rossbach, sowie namentlich eine Untersuchung der mannigfaltigen, als „Grenzbildungen" bezeichneten Contactgesteine und der verschiedenen Einlagerungen im Marmor, sowie endlich der sogen. Minettengänge, welche den Kalk durchsetzen, konnte in den Rahmen dieser Arbeit nicht aufgenommen werden. Die hier gegebene Beschreibung behandelt in erster Linie den Marmor selbst und die in ihm vorkommenden accessorischen Mineralien, wobei jene verschiedenartigen Gesteine nur insofern Erwähnung finden, als dies zum Verständniss der Lagerungsverhältnisse des Kalkes nothwendig ist.

Nach Chelius liegt der Marmor zunächst in einer Schale von gneissähnlichen Gesteinen, welche von granitischem Material durchtrümmert, von Apliten quer und von pegmatitischen Linsen und Schnüren meist längst durchzogen sind (diesen Schiefercomplex hatte Tchihatchef als „Biotitgneiss" bezeichnet). Jenseits des Marmors und seiner Schale folgt Hornblendegranit, ein Gestein, welches im Wesentlichen aus Plagioklas, Quarz und Hornblende besteht, daneben auch Orthoklas und Biotit enthält und eine ziemlich ausgeprägte Parallelstructur zeigt. Besonders ausgezeichnet ist dasselbe durch die zahlreichen Einschlüsse von Diorit, in deren Nähe der Hornblendegehalt zunimmt. Dieser Granit reicht nun in nördlicher Richtung nur wenige Meter über den Marmor

hinaus, dann erfolgt ein rascher Übergang in den stark vergrussten „Granit von Hochstädten", welcher wie der „Melibocusgranit" zum „älteren Granit" gerechnet wird, im Wesentlichen aus Orthoklas, Quarz und Biotit zusammengesetzt, ziemlich grobkörnig, durch Auftreten grösserer Feldspatheinsprenglinge porphyrisch ist und deutliche Parallelstructur zeigt. Der Hochstädter Granit führt ebenfalls Schiefer-, Diabas- und Dioriteinschlüsse.

Zwischen dem Marmor und den ihn einhüllenden Schiefern herrscht vollkommene Concordanz; dieselbe ist auch im Allgemeinen mit der Parallelstructur der Granite vorhanden. Die vermeintliche, dem widersprechende Beobachtung Tchihatchef's (134) haben spätere Untersuchungen (67) nicht bestätigt.

Die Schieferhülle des Marmors ist nach L. Hoffmann (67) im Allgemeinen 1—1,5 m mächtig. Die Schiefer wechsellagern sowohl mit dem Marmor als mit dem Hornblendegranit. Sie werden von zahlreichen Pegmatit-Aplitgängen durchsetzt, aber keiner von diesen findet seine ungestörte Fortsetzung im Marmor. Vielmehr kommen darin nur isolirte „Einlagerungen" pegmatitischer und aplitischer Zusammensetzung vor, nach Chelius (20) Bruchstücke früherer Gänge, welche auch den Marmor durchzogen, an den Querverwerfungen aber zerstückelt wurden. Zwischen Schiefern und Marmor schieben sich nun sehr häufig eigentliche Contactbildungen ein, nämlich Granatfels mit oder ohne Epidot, oder Wollastonitfels, in welchem Granatfelsbrocken eingebettet liegen, oder der Wollastonit bildet nur ein ziemlich schmales Band zwischen Marmor und Granatgestein. Diese Contactbildungen führen gelegentlich auch noch andere Mineralien und mannigfaltige Zwischenlagen, von denen weiter unten noch die Rede sein wird. Häufig fehlen aber auch die Granat- und Wollastonitlagen gänzlich, und die gneissartigen Schiefer stossen direct an den Marmor, wobei nach Tchihatchef die Grenze stets eine sehr scharfe ist, während Granat- und Wollastonitfels naturgemäss durch Übergänge mit dem Marmor verbunden sind.

Der typische Marmor von der Rossbach ist ein graulich-weisses bis lichtgraues mittelkörniges und sehr reines Gestein, in welchem mit blossem Auge nur ganz vereinzelte Erzpartikelchen sichtbar sind. Neben diesem Normaltypus spielt

ein bedeutend dunkler gefärbter, feinkörnigerer, an den Bardiglio von Carrara erinnernder Marmor eine grosse Rolle; derselbe bildet mehr oder weniger mächtige Bänder und Bänke in dem zuerst genannten und zeigt makroskopisch so gut wie gar keine Accessoria. Ferner kommen ganz weisse Varietäten von verschiedenem Korn vor, sowie solche von rother und (sehr selten) blauer Färbung. Die von Tchihatchef (134) p. 9, Anm. 1 mitgetheilten Analysen bestätigen die Reinheit des normalen Auerbacher Marmors; der Gehalt an MgO und FeO ist in der That sehr gering. Was den mikroskopischen Befund anlangt, so ist zunächst zu betonen, dass eine verzahnte Structur durchaus nicht vorhanden ist. Der Kalkspath des typischen, graulichweissen Marmors zeigt die normale Zwillingslamellirung und durch den ganzen Schliff annähernd die gleiche, mittlere Korngrösse. Accessorische Mineralien sind nur in geringen Mengen vorhanden; unter ihnen spielt der Quarz die Hauptrolle; er tritt sowohl in Gestalt unregelmässiger Körnchen zwischen den einzelnen Kalkspathindividuen wie auch in Form gerundeter Kryställchen als Einschluss in denselben auf. Ferner kommen vor (durchweg nur spärlich): Lichter Glimmer, winzige Zirkonkryställchen, ein Erz (wahrscheinlich Schwefelkies) und ganz vereinzelt ein Koppit-ähnliches Mineral, d. h. ein röthlichbraunes, stark lichtbrechendes Körnchen mit scharfen Spaltrissen, welches sich zwischen gekreuzten Nicols isotrop verhält und mit keinem bislang von Auerbach bekannten Mineral zu identificiren ist.

Auch der mehr oder weniger dunkelgraue, Bardiglioähnliche Marmor zeigt keine verzahnte Structur, unterscheidet sich aber von dem normalen in sehr charakteristischer Weise dadurch, dass er keine gleichmässige Korngrösse besitzt, sondern dass vereinzelte grössere Kalkspathindividuen in einer ziemlich feinkörnigen Masse liegen. Zwillingslamellirung ist bei beiden, den grossen wie den kleinen Körnern, vorhanden. Das die dunkle Färbung hervorrufende Pigment ist auch im Dünnschliff gut zu erkennen und besteht aus feinsten Stäubchen, die kohliger Natur zu sein scheinen. Die accessorischen Mineralien sind in diesem Kalk ebenfalls sehr spärlich; man bemerkt u. d. M. Quarzkörnchen, Titanit, Schwefelkies und ein serpentinartiges Mineral. Tchihatchef giebt an,

dass in dem grauen Marmor der Rossbach unter den Übergemengtheilen die Plagioklase vorherrschen, eine Beobachtung, welche der Verfasser an dem ihm zu Gebote stehenden Material nicht gemacht hat.

In der Nähe der den Marmor durchsetzenden Minettegänge[1] zeigt derselbe ausser einem bloss oberflächlichen Verschwinden des Glanzes keine Veränderung. Solche Stücke sind oft von kaum millimeterbreiten Minetteäderchen ganz durchsetzt und weisen Rutschflächen auf. Auch mikroskopisch ist keine Metamorphose des Marmors durch die Minette wahrzunehmen, es sei denn, dass man das reichliche Vorkommen von Eisenglanz, der sich häufig den Grenzen der Kalkspathindividuen anschliesst, damit in Zusammenhang bringen möchte.

In den weniger reinen Partien des Kalkes (von den sogen. Eisknöpfen und den Contactbildungen sei zunächst noch abgesehen) begegnet man ausser den schon angeführten Mineralien: Quarz, lichtem Glimmer, Serpentin, Titanit, Zirkon, Schwefelkies noch folgenden: Diopsid (wohl am meisten verbreitet), Plagioklas, Wollastonit, Granat, Vesuvian in Form unregelmässiger, löcheriger Partien, Magnetkies, der z. Th. scharf begrenzte Krystalle bildet, und Eisenglanz, der an einigen Stellen in ringförmigen Aggregaten auftritt oder den Grenzen der Calcitindividuen entlang verläuft. Ausser diesen führt Tchihatchef noch als local vorkommend an: Epidot, Chalcedon und Opal. —

[1] Für Minetten im Auerbacher Marmor wurden früher auch Gesteine ganz anderer Art gehalten, welche ebenfalls in Gangform auftreten und lamprophyrischen Habitus besitzen. Es sind dies meistens alte Diabasgänge oder veränderte Schieferlagen. So kam auch im Lauf dieser Arbeit ein Stück zur Untersuchung, welches bei der makroskopischen Betrachtung das Bild eines lamprophyrischen Ganges bot, der auf beiden Seiten zunächst von einem grauweissen, sehr feinkörnigen Quarzfeldspathgemenge, weiterhin von Granatfels und Marmor umhüllt war. Man erkennt hier schon am Vorhandensein des Granatfelses, dass ein contactmetamorphisch umgewandeltes Gestein vorliegt. Bei der mikroskopischen Untersuchung stellte sich in der That der schwarze Gang als ein wesentlich aus Albit, Hornblende und Biotit bestehender Grünschiefer heraus und somit wahrscheinlich ein alter, umgewandelter Diabasgang, der von einem aus Orthoklas, Quarz und etwas Augit zusammengesetzten Aplit umhüllt worden ist.

Natürlich handelt es sich bei dieser Aufzählung nur um Mineralien, welche die Untersuchung der Dünnschliffe erschliesst. Wegen der vielen anderen, im Marmor selbst, auf dessen Klüften und in den Contactbildungen gelegentlich auftretenden Mineralien, von denen manche nur höchst selten gefunden werden, sei auf die Zusammenstellungen in den Arbeiten von Tchihatchef (134), L. Hoffmann (67) und Harres (61) verwiesen.

Die Mineralconcretionen im Kalk, welche von den Arbeitern als „Eisknöpfe“ bezeichnet werden, treten sowohl in kugeliger wie in langgestreckter Form (als Bänke) auf. Nach Tchihatchef bestehen die Concretionen aus den gewöhnlichen Übergemengtheilen des Marmors, ausserdem finden sich aber darin folgende Mineralien, die im Kalk direct nicht vorkommen: Zoisit, Cordierit, Skapolith. Diesen kann Verfasser nach seinen Beobachtungen noch den Tremolit hinzufügen.

Besonders erwähnenswerth ist ein im Mineralogischen Museum der k. sächs. Bergakademie zu Freiberg befindliches Handstück, welches mir durch die Güte des Herrn Prof. Beck zur Verfügung gestellt wurde. Es ist interessant durch seine symmetrische Structur. Die innerste Zone desselben ist etwa 5 cm breit und besteht aus einem regellosen Gemenge von Granat, Malakolith und Wollastonit, zwischen denen zahlreiche kleine Marmorpünktchen liegen. Rechts und links von dieser Zone folgt ein nur $\frac{1}{4}$—1 cm breites, lediglich aus Granat und Malakolith zusammengesetztes Bändchen; dann wiederum rechts und links eine im Durchschnitt 2—$2\frac{1}{2}$ cm breite, aus Wollastonit und grünem Augit bestehende Schicht; an diese schliesst sich dann auf beiden Seiten des Handstücks der normale Marmor an.

Was die Contactbildungen betrifft, d. h. die Mineralaggregate und Felsarten, die sich an der Grenze von Schiefer und Marmor einstellen, so herrscht unter diesen grosse Mannigfaltigkeit, und sie lassen sich wohl kaum, wie Tchihatchef und Hoffmann versucht haben, unter bestimmte Rubriken bringen. So viel ist freilich sicher, dass, wenn Granat und Wollastonit in von einander gesonderten Zonen auftreten, der Wollastonit immer zwischen Granat und Marmor sich befindet. Bei den einfacheren Contactstücken treten weitere Zonen nicht

auf, und der Wollastonit fehlt bisweilen ganz, in vielen Fällen aber schieben sich noch mannigfache Zwischenlagen ein, so von Rhodonit, Epidotfels und aplitischen Bildungen. Als Beispiel seien einige vom Verfasser gesammelte Stücke beschrieben, wie sie sich der makroskopischen Betrachtung darbieten. Bei dem einen stösst der Granatfels direct an den Marmor und führt accessorischen Kalkspath, ein messinggelbes Erz und schwarzgrüne Partien (wohl Epidot). An den Granatfels schliesst sich eine graugrüne Zone, weiterhin ein gneissartiges Gestein, in welchem schwarze Hornblendekrystalle besonders hervortreten. Bei einem anderen Stück folgen auf den Marmor: 1. eine schmale Wollastonitzone; 2. eine Zone, die in dichtem Feldspath (?) rothbraune Granataggregate von meist eckigem Querschnitt enthält; 3. eine aplitische, schriftgranitische Zone; 4. ein gneissartiges, abwechselnd aus hellen und dunklen Lagen bestehendes Gestein. Einem anderen Typus gehört ein in der mineralogischen Sammlung der k. Bergakademie befindliches Handstück an; bei diesem stösst an den normalen Marmor eine aus Granat, Wollastonit und Augit in richtungslosem Gemenge zusammengesetzte Felsart; dann folgt eine granitische, aber sehr augitreiche Zone, an welche sich typischer Hornblendegranit schliesst. Diese Beispiele, welche aus jeder Sammlung von Auerbacher Contactstücken noch beliebig vermehrt werden könnten, mögen genügen, um auf die Mannigfaltigkeit der sich hier bietenden Erscheinungen hinzuweisen.

Auch auf der Bangertshöhe ist die Hauptmasse des Marmors weiss und von mittlerem Korn; daneben finden sich graue Varietäten, und in früherer Zeit sind auch grünlicher und blutrother, sehr grobkörniger Kalk vorgekommen (134). Manche Partien des Lagers sind von secundären Quarzinfiltrationen durchsetzt. Von Chelius (20) werden die starken Fältelungen des dortigen Marmors besonders hervorgehoben, doch sind gefaltete Blöcke auch auf den Halden der Rossbach zu finden. Was den Mineralbestand betrifft, so wurde in dem spärlichen, zur Untersuchung vorliegenden Material immerhin ein Mineral beobachtet, welches im Marmor der Rossbach nicht vorzukommen scheint und auch von Tchihatchef nicht erwähnt wird, nämlich Apatit, und zwar in nicht allzu

geringer Menge. Schmale, schwarzgrüne Streifen, welche den Marmor an manchen Stellen durchziehen, bestehen hauptsächlich aus Serpentin, der pseudomorph nach Forsterit auftritt; letzterer kommt auch als Einschluss im Kalkspath vor und ist dann noch frisch. Ausserdem wurden Granat, ein Pyroxen mit einer Auslöschungsschiefe von 45°, Titanit in Form runder Körnchen und Magnetkies beobachtet, also im Allgemeinen der typische Mineralbestand der Rossbach. Nach Tchihatchef enthält der graue Marmor der Bangerthöhe viel Chlorit in schuppigen Aggregaten, die aus Glimmer hervorgegangen sind, und viele Feldspäthe.

Bildungsweise des Marmors.

Die älteren Ansichten über die Entstehung des Marmors von Auerbach werden in der Arbeit von L. Hoffmann (67) discutirt. Während C. Fuchs den Kalk für einen Niederschlag aus wässeriger Lösung hielt, liess Tchihatchef die Frage nach dem Ursprung des Marmors offen und auch L. Hoffmann bezeichnete eine endgültige Lösung derselben als vorläufig noch nicht möglich und führt eine Reihe von Erklärungsversuchen an, von denen nach seiner Ansicht jede eine gewisse Berechtigung in sich trägt. Es sind dies die folgenden: 1. Sedimentärer Ursprung des Kalkes und Umwandlung durch Contactmetamorphose. 2. Bildung durch Spaltenausfüllung, Absatz des Kalkes aus wässeriger Lösung. 3. Zersetzung des Nebengesteins durch stark kohlensäure- und kalkhaltige Wässer. Ablagerung des Marmors an Stelle des Nebengesteins; die Einlagerungen im Kalk wären dann die Überreste des Nebengesteins, und die starke Verwitterung [d. h. morsche Beschaffenheit. Verf.] des Nebengesteins am Contact wäre erklärt. Unter diesen Ansichten neigt Hoffmann am meisten der zweiten zu und verweist zu deren Stütze auf gewisse dem Marmor eingelagerte „Breccien", in denen zackige Gneiss- und Aplitbrocken von gangförmig ausgeschiedenem Kalkspath umhüllt werden. Doch bemerkt der Autor ausdrücklich, dass auch diese „Auffassung über die Entstehung des Marmors eine nachträgliche Umbildung desselben verlangt, da die Abscheidung von Marmor aus wässeriger Lösung wohl bisher noch nicht beobachtet worden ist".

Was nun den heutigen Stand der Frage anlangt, so spricht sich Chelius (20) dahin aus, dass die Metamorphose des Kalkes allein durch die Contactwirkung des Granits zu Stande gekommen ist. Rings um den Marmor sind an vielen Stellen Fleckschiefer, Knotenschiefer und Kalksilicathornfelse gefunden worden, so dass es offenbar ist, dass der Kalk vor seiner theilweisen Umhüllung durch den Granit in einer regelmässigen Hülle von Schiefern und anderen Sedimenten lag (19). Die einzige, nicht ohne Weiteres mit einer Contactmetamorphose in Übereinstimmung zu bringende Erscheinung besteht in dem häufigen Auftreten von eckigen Einschlüssen der Nebengesteine im Marmor. Diese sind z. Th. granitischer oder pegmatitischer Natur und daher wahrscheinlich abgeschnürte oder durch Verwerfungen vom Hauptgang abgetrennte Theilstücke von Eruptivgängen, z. Th. sind es Schiefer verschiedener Art, umgewandelte Diabase und Dioritstücke. Die starken Fältelungen, welche der Marmor besonders auf der Bangertshöhe aufweist, machen es nun nach Chelius (20) wahrscheinlich, dass bei der Faltung diese Gesteinsbruchstücke in Marmor eingewickelt wurden. Wenn nun auch letzterer sich bei diesem Processe in einem recht plastischen Zustande befunden haben muss, so darf doch die dabei herrschende Hitze ein gewisses Maass nicht überschritten haben, da andernfalls die abgetrennten Schiefer- und Diabasstücke ihre eckigen Umrisse nicht hätten bewahren können, sondern wenigstens randliche Spuren der Hitzewirkung zeigen müssten.

Über die Entstehungsweise der accessorischen Mineralien im Marmor liegen ebenfalls die widersprechendsten Erklärungsversuche vor. C. Fuchs (51) glaubte sie, wie den Kalk selbst, aus wässeriger Lösung abgesetzt, und zwar hielt er die Mineralgemenge an der Grenze des Kalkes für zuletzt entstanden. Tchihatchef meinte, diese Bildungen auf dynamometamorphe Einflüsse zurückführen zu können. Seine Argumentation war die folgende: Während sich bis an die Grenzbildungen heran mechanische Veränderungen allenthalben [d. h. im Granit und in der Schieferhülle] nachweisen lassen, verschwinden dieselben in der Grenzzone, und zwar desto vollständiger, je mehr Neubildungen in den Gesteinsverband eintreten. „Dagegen kommen in den peripherischen Theilen des

Marmors die mechanischen Einwirkungen von Neuem zum Ausdruck und verschwinden dann wieder nach dem Centrum der Kalkmasse hin. Die Mineralbildungen der Grenzzone scheinen somit die mechanischen Structuren verwischt oder ersetzt zu haben. Da wohl an der Grenze von Kalk und Gneiss die höchste Steigerung der dynamischen Einwirkungen zu suchen sein wird, so dürften die Mineralbildungen der Grenzzone als der Ausdruck dieser stärksten mechanischen Wirkungen anzusehen sein.“ — Zur Widerlegung der Annahme einer Dynamometamorphose genügt, wie Chelius (20) bemerkt, allein die Thatsache, dass der so stark gefaltete Marmor der Bangertshöhe die gleichen accessorischen Mineralien führt wie der nicht gefaltete, und dass auch im Übrigen keinerlei Unterschied zwischen den beiden festgestellt werden kann. Heutzutage bezweifelt wohl Niemand mehr, dass die Mineralbildungen von Auerbach, sowohl die im eigentlichen Marmor vorkommenden als auch die sogen. Grenzbildungen das Product einer normalen Contactmetamorphose sind.

Gailbach bei Aschaffenburg.

Das Lager von körnigem Kalk, welches sich am nördlichen Gehänge des Gailbachthals bei Aschaffenburg, etwa halbwegs zwischen der Dimpelsmühle und der Ortschaft Gailbach befindet, wird zur Zeit wieder unterirdisch abgebaut, so dass frisches Material zur Untersuchung reichlich beschafft werden konnte.

In der Grube ist von der Lagerung des Kalkes nichts zu sehen und an der Oberfläche ist in der unmittelbaren Umgebung des Lagers der Gneiss wenig aufgeschlossen und stark verwittert; wir geben daher eine Beschreibung der übrigens sehr einfachen Lagerungsverhältnisse nach H. Bücking (15, 16).

Eine Stufe der „hercynischen Gneissformation“ Gümbel's bildet der sogen. körnig-flaserige Gneiss, und eine Unterabtheilung des letzteren ist der „körnig-streifige“ Gneiss, welchem die Kalkvorkommnisse des Spessarts eingelagert sind. Dieser körnig-streifige Gneiss besteht aus wechsellagernden Schichten verschiedener Art: so bestehen manche Streifen fast nur aus körnigem Orthoklas, andere nur aus röthlichem Quarz; ferner wechseln glimmerreiche mit glimmerarmen

Lagen, und dazwischen kommen noch Schichten von normalem „körnigem Biotitgneiss“ vor, welcher seinerseits das Hangende des körnig-streifigen Gneisses im Ganzen bildet. In der Nähe der oberen Grenze des körnig-streifigen Gneisses stellt sich ziemlich regelmässig ein Zug feinkörniger Hornblendegneisse und Hornblendeschiefer ein, in deren Liegendem der körnige Kalk des Spessarts nach Bücking ein ziemlich constantes Niveau einnimmt, während nach H. Thürach (135) die Kalklinsen sich nicht auf einen so eng begrenzten Horizont beschränken, sondern sich auf eine 300—400 m breite, mittlere Region der Stufe des körnig-streifigen Gneisses vertheilen. Was im Besonderen den Kalk von Gailbach betrifft, so giebt H. Thürach in seiner Abhandlung (135) „Über die Gliederung des Urgebirges im Spessart“ auf p. 90 und 91 einige Profile, aus denen hervorgeht, dass pegmatitische Gänge den körnig-streifigen Gneiss in unmittelbarer Nähe des Kalkes durchsetzen, dass ferner Gneiss und Kalk dort randlich wechellagern und Kalkputzen im Gneiss selbst vorkommen.

Die ausführlichste Beschreibung der körnigen Kalke des Spessarts findet sich in der soeben citirten Abhandlung von H. Thürach (135). Ausserdem sind die Arbeiten von H. Bücking (15, 16) und G. Klemm (154) von Bedeutung; der letztere machte u. a. bereits auf die Kataklasstructur des Kalkes aufmerksam.

Der Marmor der zur Zeit in der Nähe von Gailbach abgebauten Grube ist von mittlerem bis grobem Korn und besitzt im Allgemeinen eine röthliche Grundfarbe. Der Kalk ist stets ziemlich verunreinigt, selbst die verhältnissmässig reinsten Partien lassen noch mit unbewaffnetem Auge nicht geringe Mengen von braunem Phlogopit, grünem Serpentin und einem schwarzen, in kleinen Punkten auftretenden Mineral erkennen, welches vermuthlich ebenfalls Serpentin ist. Die noch stärker verunreinigten Partien zeigen häufig einen lagenweisen Wechsel der Farbe und der Mineralbestandtheile. Die Grundfarbe des Kalkes bleibt röthlich; dazwischen aber finden sich z. B. grüne Serpentinstreifen, andere, mehr gelbliche Lagen und noch andere, in denen ein lichter, silberglänzender Glimmer besonders angereichert ist. Oder es wechseln mineralärmere Streifen mit mineralreicheren, in denen man makro-

skopisch viel silberglänzenden, bisweilen daneben auch dunkelbraunen Glimmer, ferner grünen und schwarzen Serpentin erkennt. Manchmal ist der Serpentin in kleinen Knollen angehäuft.

Was den mikroskopischen Befund betrifft, so ist eine verzahnte Structur des Kalkes unverkennbar, wenn sie auch nicht so gut entwickelt ist wie z. B. beim Marmor von Markirch. Kataklastische Erscheinungen sind bald mehr, bald weniger deutlich durch den ganzen Kalk verbreitet, und zwar sind sie am besten in denjenigen Partien des Kalkkörpers ausgebildet, welche die wenigsten accessorischen Mineralien führen; dort liegen grössere, unregelmässig geformte Kalkspathkörner mit gezähnelten Bändern in einer feinen, aus Kalkschutt bestehenden Masse, welche sie nach Art eines Mörtels miteinander verbindet, so dass das Gestein u. d. M. einen breccienartigen Eindruck macht. An anderen Stellen fehlt diese Mörtelstructur und es sind dann einzelne Partien des Schliffes vollkommen intact, während an anderen die Kalkspathkörner zerbrochen und zerrieben sind. Die Zwillingslamellen sind bei manchen Stücken in normaler Weise entwickelt und zeigen merkwürdigerweise sehr wenig Biegungen, ebenso oft aber sind sie überhaupt in sehr geringer Menge vorhanden, ohne dass man darum berechtigt wäre, solche Partien für Dolomit zu halten; denn sie lösen sich in kalter, verdünnter Salzsäure bis auf einen hauptsächlich aus Phlogopit und Serpentin bestehenden Rückstand vollständig auf, und auch nach den von Thürach (135) mitgetheilten Analysen ist der Kalk durchweg sehr rein und enthält nur geringe Mengen kohlensaurer Magnesia und anderer Carbonate.

Von accessorischen Mineralien wurden die folgenden beobachtet: Pseudomorphosen von Serpentin nach Forsterit in stellenweise sehr reichlichen Mengen, die Umwandlung ist meistens bereits vollendet. Für die von Thürach (135) behauptete Entstehung aus Chondrodit fanden sich keine Anhaltspunkte. Der Serpentin ist im gewöhnlichen Licht meistens nahezu farblos, seltener grün oder lichtgelb gefärbt; zwischen gekreuzten Nicols zeigt er die normale, sehr schwache Doppelbrechung. Fast ebenso reichlich kommt der Phlogopit vor, welcher im Allgemeinen ebenfalls farblos ist und nur bisweilen

einen kaum erkennbaren Pleochroismus aufweist. Seine Lamellen sind sehr häufig gebogen und an einer Stelle in ganz eigenthümlicher Weise halbkreisförmig gekrümmt, wobei die undulöse Auslöschung sehr schön hervortritt. Interessant ist ein schwach grün bis blaugrün gefärbtes, stark lichtbrechendes, optisch vollkommen isotropes Mineral, welches in kleinen Oktaëdern recht häufig auftritt und von Thürach offenbar für Spinell gehalten worden ist; die durchaus vollkommene Spaltbarkeit nach mehreren aufeinander senkrechten Richtungen weist jedoch auf Periklas hin. Spärlicher als die aufgeführten drei Mineralien wurden beobachtet: Quarz, Rutil in Form rothbrauner Körnchen, ferner baumförmige Aggregate sehr feiner, nadelförmiger Individuen, welche zum Tremolit gehören dürften, endlich Eisenglanz, der meist schon zu Rost geworden ist. Ausser diesen Übergemengtheilen führt Thürach (135) aus den körnigen Kalken des Spessarts im Allgemeinen noch an: zersetzten Feldspath, Flussspath, Granat, Zirkon, Titanit und fraglichen Enstatit, welche aber in dem hier untersuchten Marmor von Gailbach schwerlich vorkommen, da auch eine mit einer grösseren Portion vorgenommene Trennung in Thoulet'scher Lösung keins dieser Mineralien erkennen liess. Hingegen waren, wenn auch spärlich, optisch einaxige, positive Blättchen von glimmerähnlichem Aussehen zu beobachten, welche, geglüht und mit Silbernitrat behandelt, sich mit einer dunkelbraunen Schicht bedeckten und auf Grund dieses Verhaltens für Brucit anzusehen sind. Auch Periklas konnte bei der mechanischen Trennung isolirt und seine Anwesenheit sichergestellt werden.

Über die Entstehungsweise der körnigen Kalke des Spessarts haben sich die früheren Autoren wenig ausgesprochen. Da in den Kalken drei typische Mineralien der Contactmetamorphose: Forsterit, Phlogopit und Periklas, die Hauptrolle spielen, da ferner H. Thürach in unmittelbarer Nähe des Kalkes Pegmatitgänge nachgewiesen hat, so wird man nicht fehl gehen, wenn man auch bei diesem Vorkommen die Ursache der Umwandlung in den Agentien der Contactmetamorphose sucht und zugleich den „körnig-streifigen Gneiss", in welchem die Kalklager eingebettet sind, als einen Complex metamorphosirter und injicirter Schiefer auffasst.

Welches Eruptivgestein die Umwandlung bewirkt hat, ob es der in der Nähe anstehende sogen. „Dioritgneiss“ war, in welchem die zahlreichen von G. Klemm beschriebenen Lamprophyre sich finden, müsste freilich den Gegenstand einer besonderen, nicht gerade leichten Untersuchung bilden.

Fichtelgebirge.

Der körnige, sogen. Urkalk des Fichtelgebirges ist in zahlreichen, zum grössten Theil noch heute in Betrieb stehenden Steinbrüchen aufgeschlossen. Man unterscheidet bei diesem durchweg im Phyllit eingebetteten Kalk zwei Züge, von denen der nördliche beim Weiler Eulenlohe unweit Tröstau beginnt und über Wunsiedel, Göpfersgrün und Thiersheim zur böhmischen Grenze streicht, um jenseits unter diluvialen und tertiären Massen zu verschwinden. Der südliche Zug beginnt bei Dechantsee und Pullenreuth (östlich von Station Neusorg der Eisenbahnlinie Nürnberg—Eger) und streicht im Allgemeinen nordöstlich bis Markt-Redwitz, um dann bei Arzberg wieder aufzutauchen (Alb. Schmidt 122). Zum Zweck der hier vorliegenden Untersuchungen wurden vom nördlichen Kalkzug die Gruben der Firma Retsch & Cie. bei Wunsiedel, der grosse Bruch bei Sinatengrün und diejenigen bei Stemmas unweit Thiersheim, vom südlichen Zug lediglich ein Vorkommen in der Nähe von Markt-Redwitz besucht; ausserdem wurde den in der Literatur bereits mehrfach erwähnten kalkigen Gesteinen von Mehlmeisel bei Fichtelberg und vom Pötzelschacht einige Aufmerksamkeit zugewendet.

Die beiden Kalkzüge liegen, wie schon bemerkt, in ihrer ganzen Erstreckung im Phyllit; doch tritt der Granit an manchen Punkten ziemlich nahe heran. Pegmatitische Gänge durchsetzen den Kalk namentlich bei Stemmas, wo sie in dem von Gümbel (59) beschriebenen und abgebildeten Steinbruch noch heutzutage zu sehen sind. — Bekannt ist auch die Häufigkeit der Einlagerungen von Dolomit und Eisenspath in den Kalken; nach A. Schmidt (122) wird der Kalk im Allgemeinen gegen den Rand hin dolomitisch, nach Gümbel (59) dagegen wechseln vielerorts dolomitische Schichten mit solchen reinen Kalkes. In der That lässt sich selbst an

manchen Handstücken beobachten, dass sie an verschiedenen Stellen verschieden stark mit verdünnter Salzsäure brausen, dass also magnesiareichere und magnesiaärmere Partien in ganz unregelmässiger Weise einander durchdringen. Dabei können solche Gesteine äusserlich ganz homogen, und zwar einem echten feinkörnigen Dolomit sehr ähnlich erscheinen. In manchen Aufschlüssen, z. B. in den Retsch'schen Brüchen bei Wunsiedel, wird der Kalk von Gängen eines schwarzen Hornblendegesteins durchsetzt; Gümbel unterschied hier solche, die der Schichtung des Kalkes parallel laufen, von solchen, die in mannigfachen Windungen die Schichten quer durchsetzen, und gab in seiner „Geognostischen Beschreibung des Fichtelgebirges" auf p. 340 Abbildungen von beiden Typen. Solche amphibolit- und grünschieferartige Gänge sind auch in manchen alpinen Vorkommnissen sehr verbreitet. Eine weitere gemeinsame Eigenschaft der fichtelgebirgischen Urkalke ist ihr Graphitreichthum. Gümbel (59) unterschied dreierlei Formen, in denen der Graphit vorkommt: 1. Als Blättchen, 2. als runde, tropfenähnliche Ausscheidungen, und 3. als eckige, zwischen den Kalktheilchen eingeklemmte Körnchen. In den beiden letzten Fällen dünkt sich Gümbel den Graphit durch Umwandlung aus einer flüssigen, bituminösen Substanz entstanden. Albert Schmidt (122) denkt ebenfalls an organischen Ursprung des Graphits und fasst die Vorkommnisse folgendermaassen zusammen: 1. Der Graphit ist in feiner Vertheilung als schwarzes Pigment im Kalk vorhanden, 2. er tritt in sehr dünnen Zwischenlagen auf, 3. er bildet kantige Stücke, Körner und schrotkornförmige, glänzende Gebilde, stets in wenig ausgedehnten, fahlbandartigen Zonen.

Wir gehen nun zur petrographischen Beschreibung der Kalke über und behandeln dabei gemeinsam die Lager von Wunsiedel, Sinatengrün und Markt-Redwitz, welche untereinander keine wesentliche Unterschiede darbieten, während die Vorkommnisse von Stemmas ihrer etwas abweichenden Erscheinungen wegen besser für sich besprochen werden. Anhangsweise sollen dann noch die Verhältnisse gewisser kalkiger Contactgesteine von Mehlmeisel und vom Pötzelschacht kurz erwähnt werden.

a) Reine und dolomitische Kalke von Wunsiedel, Sinatengrün und Markt-Redwitz.

Diese Kalke sind im Allgemeinen von weisser bis graulichweisser, selten eigentlich grauer oder gar dunkelgrauer Farbe und meist von mittlerem bis grobem Korn, doch sind auch mehr oder weniger feinkörnige Varietäten sehr verbreitet, namentlich sind die stark dolomitischen Lagen immer feinkörnig. Die reinsten Vorkommnisse zeigen dem unbewaffneten Auge gar keine accessorischen Mineralien, doch sind in Wirklichkeit deren nicht wenig vorhanden. So liess ein scheinbar vollkommen reiner, schön weisser Marmor von Sinatengrün u. d. M. folgende Übergemengtheile erkennen: Ziemlich reichlichen Quarz in Form gerundeter Kryställchen; lichten Glimmer, farblosen Chlorit, etwas Zirkon und Titanit, und endlich ziemlich grosse Krystalle einer völlig farblosen strahlsteinartigen Hornblende, welche eine maximale Auslöschungsschiefe von 21°, negativen Charakter der Doppelbrechung und einen grossen Axenwinkel besitzt. Eine eigentliche verzahnte Structur ist bei diesem Kalk im Allgemeinen nicht vorhanden, doch sind die Ränder der Calcitindividuen meistens gezähnelt. — Ein anderer, makroskopisch vollkommen reiner, ziemlich feinkörniger Kalk von Markt-Redwitz zeigte u. d. M. ebenfalls Quarzkörnchen und lichten Glimmer, ausserdem spärliche Körner von Titanit und spärliches Eisenerz. Von einer verzahnten Structur war nichts zu bemerken, doch trat eine andere eigenthümliche Erscheinung hervor: der bei weitem grösste Theil der Kalkspathkörner war in einer bestimmten Richtung verlängert, ohne dass sich irgendwie Spuren einer mechanischen Beeinflussung des Gesteins zeigten.

Die weniger reinen Varietäten des Marmors sind an vielen Stellen durch ausgeschiedenes Eisenhydroxyd hellbraun gefärbt und führen oft reichlichen, eingesprengten Schwefelkies und Magnetkies. Viele Partien erscheinen durch lageweise vertheilten Graphit schwarz gestreift, wobei zu bemerken ist, dass der Kalk in den graphitreichen Lagen in der Regel bedeutend feinkörniger ist als ausserhalb derselben. Auch u. d. M. lässt sich dieser schichtweise Wechsel der Korngrösse schön verfolgen; ausser durch ihren Gehalt an

Graphit, welcher in Form feinsten Staubes auftritt, unterscheiden sich die feinkörnigen Streifen von den anderen dadurch, dass sie nicht im Mindesten untereinander verzahnt sind, während bei denen von gröberem Korn eine verzahnte Structur recht deutlich hervortritt. Die Zwillingslamellen sind bei beiden etwa gleich stark entwickelt, und da solche Stücke, mit kalter Salzsäure behandelt, keinen carbonatischen Rückstand hinterlassen, wird man auch den beiden Lagen eine annähernd gleiche chemische, keinesfalls sehr dolomitische Zusammensetzung zusprechen.

Andere Marmorblöcke fallen durch abwechselnde braune und grüne Streifung ins Auge. Erstere wird durch einen lichtbraun rothen Glimmer hervorgerufen, welcher sich u. d. M. als ein schwach pleochroitischer Phlogopit erweist. Derselbe ist meist vollkommen optisch einaxig, nur bisweilen zeigt sich ein kleiner Axenwinkel. In manchen Vorkommnissen enthalten die Blättchen winzige Eisenglanztäfelchen in grosser Menge. Die grünen Streifen werden von einem talkähnlichen Mineral gebildet. Das Mikroskop lehrt, dass in den glimmerreichen Lagen auch viel Quarz vorhanden ist, der aber auch in Form kleiner Doppelpyramiden als Einschluss im Kalkspath vorkommt. Ausserdem ist in der Regel viel Schwefelkies in Krystallen und etwas Titanit zu beobachten, während Serpentin in Pseudomorphosen nach Forsterit nur in einem Theil der Vorkommnisse auftritt. — Was die dolomitischen Partien der Kalklager betrifft, so ist eine der bekanntesten, der Dolomit vom Citronenhaus bei Sinatengrün, ein fast weisses, einen Stich ins Gelbe zeigendes, feinkörniges Gestein von sandiger Beschaffenheit und wird eben der letzten Eigenschaft wegen von den umwohnenden Bauern „Sandstein“ genannt und zum Bestreuen der frisch gescheuerten Fussböden verwendet. Das Gestein ist nach der von A. Schmidt (122) mitgetheilten Analyse (55,82 $CaCO_3$, 36,67 $MgCO_3$, 2,01 Al_2O_3, 2,31 Fe_2O_3, 2,20 % in Salzsäure unlöslicher Rückstand) kein reiner Dolomit und braust darum auch mit verdünnten Säuren, aber nur mässig. Accessorische Mineralien sind mit unbewaffnetem Auge nicht zu erkennen, doch wird das Gestein von bläulichweissen Adern späthigen Calcits in reichlicher Menge durch-

zogen. U. d. M. ist von einer verzahnten Structur keine Spur; dagegen ist sehr bemerkenswerth, dass die Zwillingslamellirung bei der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Körner gut entwickelt ist. Von Übergemengtheilen sind vereinzelt Titanit und Eisenerz zu beobachten, ferner bildet der Tremolit hier und da Nester, d. h. wirrstrahlige und faserige Aggregate, im Gestein. Überhaupt ist der Tremolit ein Mineral, welches in der Form weissen, seidenglänzenden Asbestes in den mehr dolomitischen Kalken dieser Gegend häufig makroskopisch zu sehen ist.

Einen von den beschriebenen Varietäten abweichenden Habitus, und zwar schon durch die ziemlich selten vorkommende schwarzgraue Färbung, zeigt ein Kalk, welcher direct an der Phyllitgrenze bei Sinatengrün ansteht. Derselbe ist im Allgemeinen feinkörnig, braust kräftig mit kalter verdünnter Salzsäure und lässt für das blosse Auge nur hier und da einige Partikelchen von Schwefelkies erkennen. U. d. M. dagegen beobachtet man, dass accessorische Mineralien in reichlicher Menge und ziemlich grosser Mannigfaltigkeit vorhanden sind, und zwar darunter solche, die in den beschriebenen normalen Kalken der Gegend nicht anzutreffen sind, nämlich Feldspath, Augit und Klinozoisit. Letzterer scheint allerdings auf eine dem Kalk eingeschaltete Schieferlage beschränkt zu sein, welche im Wesentlichen aus Quarz, Tremolit und Klinozoisit, dazu etwas Feldspath besteht. Die unmittelbar an diesen Schiefer stossende Kalkzone ist sehr stark zerdrückt, und auch in den übrigen Partien ist die mechanische Beeinflussung bedeutend: grössere Kalkspathfetzen mit gebogenen Zwillingslamellen liegen in einer feinkörnigen Grundmasse und der Quarz zeigt undulöse Auslöschung, sowie zertrümmerte Randzonen. Über die accessorischen Mineralien ist zu bemerken, dass der Feldspath keine Zwillingslamellirung aufweist, aber zweifellos kein Orthoklas ist, eine nähere Bestimmung war jedoch nicht möglich. Titanit ist stellenweise reichlich anzutreffen; von Erzen kommen Schwefelkies und Magnetkies vor, ausserdem erfüllt ein schwarzes Pigment, über dessen Beschaffenheit nichts Näheres ermittelt werden kann, den ganzen Kalk.

b) Dolomite und Kalke von Stemmas.

Der typische Dolomit von Stemmas ist ein sehr lichtbräunliches, feinkörniges Gestein, welches mit kalten verdünnten Säuren nicht im Mindesten braust. Von dem dolomitischen Kalk vom Citronenhaus unterscheidet er sich u. d. M. in sehr charakteristischer Weise dadurch, dass Zwillingslamellen nur bei einer geringen Minderzahl der Körner auftreten und auch dann nur wenige, in der Regel zwei bis drei auf ein Individuum kommen. Eine Verzahnung der Dolomitkörner untereinander ist im Allgemeinen nicht zu beobachten. Während accessorische Mineralien dem blossen Auge nicht wahrnehmbar sind, erkennt man u. d. M. ein wenig Quarz, vereinzelten Rutil und einen Chlorit mit verhältnissmässig kräftiger Doppelbrechung, also wohl Klinochlor. — Neben lichtbräunlichen Dolomiten kommen auch weisse bei Stemmas vor, welche bisweilen etwas grobkörniger sind und allmählich übergehen in Carbonatgesteine, die mit kalten verdünnten Säuren schwach brausen und von Graphitstreifen durchsetzt werden, oder häufiger grüne Bänder und Flecken von Serpentin erkennen lassen. Die mikroskopische Untersuchung derartiger Gesteine gewährt folgende Resultate: Die Zwillingslamellen des carbonatischen Minerals sind auch hier nicht häufiger und nicht besser entwickelt als bei dem reinen, oben beschriebenen Dolomit. Von Übergemengtheilen nehmen Pseudomorphosen von Serpentin nach Forsterit den ersten Rang ein; die Umwandlung ist meistens vollendet und die Producte derselben zeigen ihr gewöhnliches Aussehen. Ferner kommen vor: der schon oben erwähnte Klinochlor, spärlicher Quarz, Tremolit, ein farbloser Pyroxen, Granat in Form winziger Krystalle, Titanit und endlich ein zirkonähnliches Mineral in prismatischen Kryställchen, welche schwach, aber deutlich pleochroitisch sind und daher als Xenotim angesprochen werden dürfen. Ausserdem ist bisweilen graphitische Substanz in Gestalt winziger Schuppen reichlich vorhanden, und zwar ist sie dann auf einzelnen Streifen, welche den Dolomit durchziehen, angeordnet.

Man findet bei Stemmas auch einzelne Partien im Gestein, welche stark mit kalter verdünnter Salzsäure brausen und demnach wenig dolomitisch zu sein scheinen. Solche Blöcke

sind oft in beträchtlichem Maasse von accessorischen Mineralien, namentlich Serpentin, verunreinigt. Mit derartigem Material wurde eine mechanische Trennung in Thoulet'scher Lösung vorgenommen, wobei die folgenden Mineralien zur Beobachtung gelangten: Zinkblende, Xenotim, Granat, Titanit, ein nicht näher bestimmbarer Pyroxen, lichter, optisch einaxiger Glimmer und viel Serpentin, bis auf die Zinkblende also die nämlichen Übergemengtheile, welche auch in den mehr oder weniger rein dolomitischen Partien des Lagers vorkommen.

Vergleicht man die accessorischen Mineralien von Stemmas mit denen von Wunsiedel und Sinatengrün, so fällt bei den ersteren vor Allem die Vorherrschaft des Serpentins auf, welcher, wie schon oben bemerkt, in der überwiegenden Mehrzahl der aus Wunsiedeler und Sinatengrüner Material hergestellten Dünnschliffe überhaupt nicht nachweisbar ist. Auch der kräftig doppelbrechende Chlorit (Klinochlor) ist eine Eigenthümlichkeit der Dolomite von Stemmas. Andererseits fehlen diesen die Eisenerze (Schwefelkies und Magnetkies), welche bei Wunsiedel eine so grosse Rolle spielen, oft vollständig; an ihrer Stelle kann Zinkblende auftreten. Auch das spärliche Vorhandensein des Quarzes bei Stemmas ist ein bemerkenswerther Unterschied.

In allen beschriebenen Kalken und Dolomiten des Fichtelgebirges sind gelegentlich noch mancherlei andere Mineralien gefunden worden, über welche auf die Zusammenstellungen in den Arbeiten von Albert Schmidt (122) verwiesen sei.

c) Kalkige Silicatgesteine von Mehlmeisel und dem Pötzelschacht.

Bei der Kirche des Dorfes Mehlmeisel unterhalb Fichtelberg steht ein sehr feinkörniger, nahezu dichter grüner Kalk an, welcher Schichtung zeigt, indem durchweg sehr dünne lichtgrüne, dunkelgrüne und schmutzigweisse Lagen miteinander abwechseln. Eingesprengt sind ziemlich grosse, rothbraune, rundliche Granaten, welche sich u. d. M. optisch anomal verhalten und die Dodekaëderstructur an manchen Stellen deutlich erkennen lassen. Der Kalkspath bildet Lagen verschiedener Korngrösse und zeigt Spuren mechanischer Beeinflussung; er wird durchsetzt von Adern höchst feinfaseriger

Aggregate eines kräftig doppelbrechenden Minerals; ausserdem trifft man viel Epidot und einen nicht zwillingslamellirten Feldspath, doch ist die mikroskopische Untersuchung wegen der geringen Korngrösse mancher Gemengtheile und der trüben Beschaffenheit mancher Stellen des Schliffes ziemlich erschwert. Besseren Aufschluss gewährte eine mit Thoulet'scher Lösung ausgeführte mechanische Trennung; hierbei ergab sich, dass die oben erwähnten feinfaserigen Aggregate von Tremolit gebildet werden; ferner liessen sich Diopsid, lichter optisch einaxiger Glimmer und Plagioklas, sowie graphitische Substanz nachweisen. Hiernach dürfte das Gestein als ein feinkörniger Kalk mit dünnen Lagen von Tremolit und eingesprengtem Granat, Diopsid, Plagioklas und Epidot charakterisirt werden. Dasselbe wurde früher für ein Übergangsglied zwischen körnigem Kalk und dem sogen. Erlan gehalten, welcher ebenfalls in der Nähe von Mehlmeisel ansteht und seinerseits ein „durch intensive Aufnahme von Kieselsäure veränderter dritter Kalkzug" sein sollte (A. Schmidt 122). Dieser Erlan enthält aber nur vereinzelte Lagen weissen körnigen Kalkes, welche keinen integrirenden Bestandtheil desselben bilden und besteht im Wesentlichen aus einem feinkörnigen Gemenge von Quarz und Feldspath mit viel Granat und Zoisit, sowie einzelnen diopsidreichen Zwischenlagen, dürfte also ein saussüritisirtes Eruptivgestein sein.

Auch die im weiteren Verlauf des sogen. Erlanzuges, welcher in Wirklichkeit aus sehr heterogenen Gesteinen bestehen dürfte, am Pötzelschacht in der Nähe des Silberhauses anstehenden Gesteine sind nur zum geringsten Theil kalkig. Manche sind Amphibolite, denen grünliche Zoisitlagen und röthliche Quarzlinsen eingeschaltet sind. Andere haben ganz den Habitus von Glimmerschiefern, und diesen sind hier und da wenig mächtige Lagen von körnigem Kalk eingefügt. Die mikroskopische Untersuchung eines solchen, der dem blossen Auge fast rein erschien, ergab die reichliche Anwesenheit accessorischer Mineralien, von denen Skapolith in erster Linie zu nennen ist. Derselbe tritt in Form ganz durchlöcherter Krystalle mit gerader Auslöschung und negativer Hauptzone auf; die Lücken sind theils von Kalk, theils von einer sehr feinkörnigen, vermuthlich aus

Quarz und Feldspath bestehenden Masse ausgefüllt. Dass es hier wirklich sich um Skapolith handelt, wurde durch mikroskopischen Nachweis des Chlorgehaltes bewiesen, indem die betreffende Schliffstelle zuerst mit einer Mischung von Flusssäure und Silbernitrat benetzt, dann gewaschen und mit einem Entwickler in Berührung gebracht wurde. Alsbald zeigte sich eine sehr deutliche Braunfärbung des bei der Reaction entstandenen Chlorsilbers. Ausser Skapolith wurden in diesem Schliff noch ziemlich viel Diopsid und feinkörnige, oft lagenweise angeordnete Aggregate von Quarz und Plagioklas beobachtet. Ein Gestein, welches der Beschreibung Sandberger's (115) entsprochen, d. h. aus Wollastonit und Granat mit etwas Quarz, Apatit und Hornblendebüscheln bestanden hätte, konnte vom Verfasser am Pötzelschacht nicht aufgefunden werden.

Von Ansichten über die Bildungsweise der fichtelgebirgischen körnigen Kalke sei zunächst diejenige von B. Cotta (35) angeführt, welcher der Überzeugung war, dass das nördliche, an den Glimmerschiefer (d. h. Phyllit) angrenzende Granitmassiv neuerer Entstehung sei als jener mit seinen Einlagerungen, und dass es vielleicht bei der Metamorphose des Kalkes betheiligt war: Cotta nahm an, dass in der Gegend ursprünglich Schieferthon mit Einlagerungen von Kalkstein und Sphärosiderit vorhanden war: bei der Metamorphose wurde aus dem Schieferthon Glimmerschiefer, aus dem Kalkstein Marmor, aus dem Sphärosiderit Eisenspath, welch letzterer später eine weitere Umwandlung in Brauneisenstein erfuhr. Friedrich Schmidt (124) war der Ansicht, dass der Kalk zu gleicher Zeit mit der Urschieferformation entstanden sei und sodann unter der schützenden Schieferdecke im Innern der Erde durch höhere Temperatur in den körnigen Zustand gebracht worden sei und später gemeinschaftlich mit den Schiefern gehoben wurde. Über die Ursache, welche diese höhere Temperatur bewirkt haben soll, sprach er sich nicht näher aus. Auch Gümbel (59) äussert sich nirgends, wie er speciell über die Metamorphose der fichtelgebirgischen Kalke denkt; wahrscheinlich wollte er seine bereits in der Einleitung erwähnte Theorie (Umwandlung auf wässerigem Wege bei erhöhter Temperatur, welche durch Gebirgsdruck hervorgerufen

wurde) auch auf die hier in Rede stehenden Vorkommnisse angewandt wissen.

In den Kalken und Dolomiten des Fichtelgebirges findet sich eine Reihe der hervorragendsten Contactmineralien, wie Forsterit, Phlogopit, Strahlstein, Diopsid, Zoisit, Skapolith, Magnetkies, nach A. Schmidt (122) auch Chondrodit und Wollastonit, von denen der letztere allerdings nur einmal gefunden sein soll. Zusammen mit diesen zweifellos durch Einwirkung contactmetamorphischer Agentien gebildeten Mineralien kommen nun in vielen Proben der in Rede stehenden Kalke und Dolomite gerundete Quarzkryställchen vor, deren reichliche Anwesenheit es wahrscheinlich macht, dass hier im Besonderen diejenige Art der Umwandlung vorliegt, welche Weinschenk (142) als Piezocontactmetamorphose, d. h. eine von gebirgsfaltenden Processen begleitete Contactmetamorphose bezeichnet hat. Zur Stütze dieser Ansicht sei auf die Ähnlichkeit hingewiesen, welche die fichtelgebirgischen Vorkommnisse mit manchen alpinen Marmorlagern zeigen, deren Bildungsweise auf dem Wege der Piezocontactmetamorphose nicht zu bezweifeln ist (Weinschenk 143). Diese Ähnlichkeiten betreffen einmal den Mineralbestand, der auch bei gewissen alpinen Typen vorwiegend aus verschiedenen Glimmermineralien, Chlorit, strahlsteinartiger Hornblende und gerundeten Quarzkrystallen sich zusammensetzt, während Klinozoisit, Epidot, lichter Augit, Feldspäthe, Rutil, Apatit, Schwefelkies, Magnetkies als stellenweise reichlichere Begleiter auftreten. Die Übergemengtheile sind also in beiden Fällen nahezu die gleichen; nur der in gewissen fichtelgebirgischen Vorkommnissen so hervortretende Serpentin kommt in den in Rede stehenden alpinen Marmoren (vom Ratschingesthal und Vintschgau) im Allgemeinen recht selten vor. Weiterhin ist in den Lagerungsverhältnissen eine mehrfache Übereinstimmung vorhanden, nämlich die Einlagerung der fichtelgebirgischen Kalkzüge in phyllitischen, vom vulcanischen Magma injicirten Schiefern, sowie das nicht seltene Vorkommen von Pegmatiten, welche Schiefer und Kalke durchsetzen, beides Erscheinungen, die z. B. bei den Marmorlagern des Vintschgaues in ganz

analoger Weise wiederkehren. Und wie diese letzteren sich gelegentlich (bei Tarsch) an einen pegmatitartigen Granit anlegen, so tritt auch im Fichtelgebirge der Granit an manchen Stellen, z. B. bei Thiersheim, Stemmas und Hohenberg, recht nahe an den Kalk heran. Man dürfte sonach mit der Annahme nicht fehlgehen, dass die Umkrystallisation der fichtelgebirgischen Carbonatgesteine unter ähnlichen Bedingungen stattgefunden hat, wie sie bei der Metamorphose der Marmorlager des Vintschgaues und des Ratschingesthales geherrscht haben, und dass die Ursache dieser Bedingungen der Hauptsache nach in den die Umkrystallisation begleitenden gebirgsbildenden Processen zu suchen ist. Nur unter dieser Annahme wird auch die Erscheinung erklärlich, dass so langgestreckte Kalkzüge, wie sie im Fichtelgebirge und in den Alpen sich finden, ziemlich gleichmässig umgewandelt worden sind, denn in den Schiefern, welche durch die Gebirgsfaltung in ihrem ganzen Gefüge gelockert, vielfach zerstückelt, durchbrochen und aufgewölbt wurden, vermochten die vulcanischen Agentien auf grosse Erstreckung hin ihre Wirksamkeit auszuüben und die den Schiefern eingelagerten Kalke in ihrer ganzen Ausdehnung zu metamorphosiren.

Miltitz bei Meissen.

In nächster Nähe des Bahnhofs Miltitz der Eisenbahnlinie Meissen—Nossen sind den dortigen contactmetamorphen silurischen Schiefern zwei Vorkommnisse von körnigem Kalk eingelagert, von denen das nördliche seit längerer Zeit aufgelassen ist, während die riesigen unterirdischen Abbauten des südlichen noch in vollem Betriebe stehen. Der Kalk gehört in den Contacthof des Syenites von Meissen, eines Gesteins, das mit dem Syenit vom Plauen'schen Grunde im Allgemeinen vollständig übereinstimmt, d. h. wesentlich aus Orthoklas und Hornblende nebst accessorischem Titanit besteht und daneben in wechselnden Mengen Plagioklas, Quarz, Biotit, local auch Augit führt. Der Kalk liegt in Schiefern, unter denen nach A. Sauer (116) grau- bis schwärzlichgrüne Hornblendeschiefer entschieden vorwalten. Dieselben sind nach diesem Autor im Wesentlichen aus grüner Hornblende und einem frischen, feldspathartigen Mineral zusammengesetzt; dazu treten

accessorischer Magnetit und spärlicher Quarz. Der Angabe, dass die Hornblende sich durch Verwitterung regelmässig in Biotit umwandelt, dürfte berechtigter Zweifel entgegengesetzt werden. Neben diesen Amphiboliten finden sich nach A. Sauer Anthophyllitschiefer, tiefschwarze, hornfelsartige Quarzitschiefer, tiefschwarze Biotitschiefer mit eingesprengten schwarzen Granaten, sowie andere schwarze, wenig mächtige Bänke, die aus Aktinolith, Anthophyllit, Cordierit, Quarz, Feldspäthen und massenhaftem Magneteisen zusammengesetzt sein sollen. Alle diese Schiefer wechsellagern in ungezählter Wiederholung mit dem Kalk, wobei dieser bald ganz dünne Schmitzen bildet, bald zu grösseren und kleineren linsenförmigen Massen sich aufbläht. An den Grenzen von Schiefern und Kalk stellen sich local die bekannten Contactmineralien: Granat, Epidot, Vesuvian, lichtgrüner Pyroxen, dunkelgrüne Hornblende, Zoisit, Titanit, bisweilen in grossen Mengen, ein.

Seit Langem bekannt sind die Granitgänge, welche den Schiefermantel des Kalkes an mehreren Stellen durchsetzen. So sieht man gerade über dem Stolleneingang zwei fast wagerecht laufende Granitgänge, welche an dieser Stelle den Eindruck concordanter Einlagerungen im Hornblendeschiefer machen, in einiger Entfernung aber ihr Streichen ändern und quer zur Schieferung fortsetzen. Der Granit ist nach A. Sauer im Innern stark zerpresst und zerquetscht, ausserdem von zahlreichen Querklüften durchzogen, auf welchen sich ausser Quarz reichlich Turmalinaggregate angesiedelt haben, die von den Hauptklüften aus zuweilen noch seitlich in die Granitmasse eindringen.

Die Mächtigkeit des Kalklagers ist im Allgemeinen nicht bedeutend; sie schwankt nach A. Sauer zwischen 1 und 12 m, was daher rührt, dass die hangenden und liegenden Grenzflächen nicht eben, sondern flach wellig gestaltet sind, sich zuweilen gleichzeitig einander nähern und dann die Mächtigkeit des Lagers bis auf ein Geringes zusammendrücken. Der Kalk zeigt alle Korngrössen, doch herrscht ein mittleres Korn entschieden vor. Die Farbe ist bald weiss, bald grau; viele Partien sind auch schwarz gestreift; gelbliche und grünliche Töne sind viel seltener. Die besten Varietäten des Kalkes sind dabei sehr rein; eine solche ergab nach der von A. Sauer

mitgetheilten Analyse einen Gehalt von 98,4 % $CaCO_3$. Dolomitische Partien scheinen gar nicht vorzukommen. U. d. M. ist von verzahnter Structur im Allgemeinen nichts zu sehen; die Zwillingslamellen sind an manchen Stellen gebogen, und Spuren einer freilich nicht bedeutenden mechanischen Beeinflussung sind öfters zu erkennen.

Von accessorischen Mineralien ist auch in den reineren Partien des Kalklagers Schwefelkies oft reichlich in makroskopisch sichtbaren Krystallen vorhanden. Im Übrigen wurden u. d. M. beobachtet: Quarz, nicht allzu reichlich, und Feldspath, viel seltener; lichter Glimmer, Biotit von einer mittleren, braunen Färbung und grüne Hornblende, diese beiden als kleine Fetzen in manchen Varietäten des Kalkes ziemlich gleichmässig durch's Gestein vertheilt; Chlorit, in Form kleiner, zwillingslamellirter Einschlüsse im Kalkspath; Titanit, immer vorhanden, an vielen Stellen aber sehr reichlich, meist in Gestalt unregelmässiger Körnchen, seltener in den bekannten spitzrhombischen Querschnitten; er lässt schwachen Pleochroismus erkennen. Ferner kommen vor: Zirkon und Apatit, beide spärlich und nur in winziger Ausbildung; glimmerige Aggregate. Pseudomorphosen nach einer nicht mehr bestimmbaren Substanz; endlich Graphit in Form kleiner Schuppen und Stäubchen.

Um auch den Contact zwischen Schiefer und Kalk näher zu studiren, wurde von einer Stelle, welche eine dünnschichtige Wechsellagerung beider Gesteine zeigt, ein Dünnschliff angefertigt. Bei der mikroskopischen Untersuchung ergab sich, dass mit den Kalkspathbändern sowohl reine Quarzadern als auch ziemlich bunt zusammengesetzte Schieferlagen abwechseln. Letztere enthalten eine mit Schwefelkies imprägnirte Grundmasse, welche zu feinkörnig ist, um eine sichere Bestimmung ihrer Gemengtheile zu erlauben, allem Anschein nach aber ein inniges Gemenge von lichtem Glimmer und Quarz darstellt. In dieser Grundmasse bilden ein nicht sehr tief gefärbter Biotit und eine blaugrüne Hornblende theils zusammenhängende Streifen, theils ein zierliches Netzwerk, dessen Zwischenräume entweder von der beschriebenen Grundmasse oder von Kalkspath ausgefüllt werden, theils auch vereinzelte grössere Individuen und isolirte kleine Fetzen. Be-

merkt sei noch ausdrücklich, dass von einer Umwandlung der Hornblende in Biotit, welche A. Sauer in diesen Schiefern beobachtet haben will, mikroskopisch nicht das Geringste wahrnehmbar ist. Accessorisch finden sich in den Schieferlagen noch viel Titanit, etwas Apatit, und ein schwach doppelbrechendes Mineral der Epidotgruppe mit starker Dispersion der optischen Axen.

Von aplitischen Gängen wird der Kalk von Miltitz in ziemlicher Menge durchsetzt, dieselben sind von fleischrother Farbe, zeigen aber gegen den Marmor hin grüne Salbänder, welche der mikroskopischen Untersuchung nach reich an Serpentin sind. Der Kalk enthält in der Nähe solcher Gänge keine besonderen Übergemengtheile; man findet nur, wie gewöhnlich, winzige Quarzkörner, etwas Titanit und hier und da ganz vereinzelt kleine Biotitfetzen. Dagegen ist sehr bemerkenswerth, dass sich an solchen Stellen Anfänge einer verzahnten Structur zeigen, während der übrige Marmor eine solche nicht erkennen lässt. An der Grenze gegen den Aplit finden sich viele schwach grünlich gefärbte Serpentin-Pseudomorphosen, welche gegen den Kalk hin Umrandungen von farblosem Epidot aufweisen. Im Innern des Aplites kommen dieselben viel spärlicher vor, dagegen treten andere glimmerige Pseudomorphosen einer grünlichen, schuppigen Substanz, deren Charakter nicht mehr bestimmbar ist, in Menge auf. Im Übrigen ist der Aplit aus Quarz, sowie zwillingslamellirtem und nicht zwillingslamellirtem Feldspath zusammengesetzt; der Quarz ist kataklastisch, zeigt undulöse Auslöschung und gezackte Bänder und ist an vielen Stellen auch bereits zu einem feinen Sand zerrieben. Von Übergemengtheilen sind ausser den schon erwähnten Pseudomorphosen reichlicher Apatit in Prismen und runden Durchschnitten, Zirkon, Titanit in Form unregelmässiger Körnchen und ab und zu kräftig absorbirender Turmalin von blauer Farbe zu beobachten.

Im körnigen Kalk von Miltitz wurden sonach bei dieser Untersuchung die folgenden Mineralien, geordnet nach der Häufigkeit ihres Auftretens, gefunden: Schwefelkies, Biotit, grüne Hornblende, Titanit, Graphit, Quarz, lichter Glimmer, Chlorit, Feldspath, Apatit, Zirkon. Über-

blickt man diese Reihe, so fällt die Abwesenheit fast aller für körnige Kalke typischen Contactmineralien sofort ins Auge. Obwohl es sich bei dem Miltitzer Vorkommen den ganzen Lagerungsverhältnissen nach nur um eine Umwandlung des Kalkes durch contactmetamorphische Agentien handeln kann, scheinen doch die in der älteren Literatur erwähnten Funde von Granat, Epidot, Vesuvian, Diopsid, Zoisit auf vereinzelte Stellen der Grenzen des Kalklagers beschränkt gewesen zu sein und waren in dem vom Verfasser gesammelten Material selbst in der Nähe der Schiefergrenze und der den Kalk durchsetzenden granitischen Gänge nicht nachweisbar. Während bei dem Vorkommen von Auerbach a. d. Bergstr. zwischen Marmor und eingelagerten Schieferstücken sowie zwischen Marmor und aplitischen oder pegmatitischen Gängen sich fast immer Zonen von Wollastonit, Granat oder Epidot einschieben, sind bei dem zur Zeit von Miltitz erhältlichen Material ähnliche Erscheinungen nicht zu beobachten, mit der einzigen Ausnahme der an der Grenze des Aplits gegen den Kalk hin auftretenden Serpentin-Pseudomorphosen, welche theilweise von Epidot umrandet sind.

Zur Frage der Bildungsweise des Marmors von Miltitz äusserte sich B. Cotta (29) dahin, dass folgende Gründe gegen eine Entstehung durch Metamorphose aus dichtem Kalkstein sprächen: 1. Das Vorkommen scharfkantiger Schieferbruchstücke im Marmor. 2. Die geringe Mächtigkeit des Kalklagers bei grosser Ausdehnung desselben, ein Umstand, der bei einer Metamorphose, welche sich Cotta anscheinend nicht ohne begleitende Dislocationsvorgänge vorstellen konnte, das Zerbrechen des Kalklagers hätte zur Folge haben müssen. Cotta hielt daher den Kalk für eruptiv; er glaubte, dass derselbe in feurig-flüssigem Zustande zwischen die Lagen des Hornblendeschiefers eingedrungen sei. Auch C. Fr. Naumann (99) wollte wenigstens für das untere, südliche (hier beschriebene) Kalklager eine eruptive Entstehung annehmen, weil dasselbe trotz seiner weiteren Entfernung vom Syenit sich durch gröberes Korn und rein weisse Farbe von dem sehr feinkörnigen, blaugrauen Kalk des oberen, dem Syenit näheren Lagers unterscheidet. Als weiteren Grund für die eruptive Bildung des Marmors führt Naumann eine angebliche contact-

metamorphe Veränderung des Schiefers durch den Kalk an, welche in seinem Gehalt an Magneteisen bestehen soll. Heutzutage bedürfen diese Anschauungen wohl kaum noch einer Widerlegung. Wenn auch im Allgemeinen die Korngrösse der metamorphosirten Kalksteine mit der Entfernung vom umwandelnden Eruptivgestein abnimmt, so lässt sich doch bei sehr vielen Marmorvorkommnissen ein lagenweiser oder auch ganz unregelmässiger Wechsel der Korngrösse, der Färbung und der Reinheit beobachten, welcher zu der in den meisten Fällen überhaupt gar nicht mit Sicherheit festzustellenden Entfernung des Eruptivgesteins in keiner Beziehung steht. Speciell ist dieses bei dem in Frage stehenden oberen Kalklager der Fall, welches nach A. Sauer (116) durch einen sehr vielfachen Schichtenwechsel von reinerem und durch Silicate stark verunreinigtem krystallinen Kalk sowie von Hornblendeschiefer ausgezeichnet ist. Im Übrigen lässt die Einlagerung der beiden Kalkvorkommnisse und der sie umhüllenden Hornblendeschiefer in unzweifelhaft contactmetamorphen Andalusitglimmerfelsen sowie das reichliche Auftreten granitischer und aplitischer Gänge innerhalb der Lager keinen Zweifel übrig, dass auch die krystalline Structur des Marmors von Miltitz der contactmetamorphen Beeinflussung durch den nahen Syenit zu verdanken ist.

Berggiesshübel (Sachsen).

Die körnigen Kalke und die mit ihnen eng verknüpften Augitgranatgesteine, Granatfelse und Erzvorkommnisse von Berggiesshübel in Sachsen sind heutzutage, nachdem der dortige Bergbau zum gänzlichen Erliegen gekommen ist, nirgends mehr aufgeschlossen und können nur nach dem spärlichen, auf den Halden noch vorhandenen Material beurtheilt werden. Dieses reicht übrigens vollkommen aus, um von dem Charakter des dortigen Marmors eine Vorstellung zu vermitteln. Die körnigen Kalke und die sie begleitenden granatreichen Gesteine und Erze von Berggiesshübel liegen im silurischen Contacthof des Markersbacher Granitits, und zwar sind sie hier nach R. Beck (7, 8) besonders innerhalb der metamorphosirten (amphibolisirten) Diabastuffe concentrirt. Der soeben erwähnte Granitit ist nach Beck durchschnittlich sehr glimmerarm, aber reich an Plagioklas,

welcher im Allgemeinen vor dem Orthoklas vorherrscht. Die metamorphosirten Diabastuffe sind z. Th. Strahlsteinschiefer, z. Th. gewöhnliche Hornblendeschiefer, daneben sollen auch Anthophyllitschiefer vorkommen. Ein anderes Umwandlungsproduct der silurischen Schalsteine stellen die sogen. Aphanit- oder Bandschiefer dar, Gesteine, die aus abwechselnden lichtgraugrünen, fast nur aus Augit bestehenden Lagen und schwarzen, von Augit, Plagioklas, Hornblende und massenhaftem Magneteisen gebildeten Bändern zusammengesetzt sind. An anderen Punkten, z. B. am Zwiesel, waren die Kalklager nicht solchen umgewandelten Diabasen, sondern normalen Knotenthonschiefern eingeschaltet. Innerhalb dieser mannigfaltigen Contactgesteine bilden nun die körnigen Kalke, die Granatgesteine und das Magneteisenerz in der Regel gemischte Lager, doch kommen auch selbständige, nur aus körnigem Kalk oder nur aus Granatfelsarten zusammengesetzte Bildungen vor. Auf die Verbandsverhältnisse der gemischten Lager kann hier nicht näher eingegangen werden; dieselben haben in den Arbeiten von R. Beck (7, 8) und Hermann Müller (97) ausführliche Berücksichtigung gefunden. Ebenso soll hier von einer petrographischen Beschreibung der verschiedenen Kalksilicathornfelse abgesehen, vielmehr nur eine kurze Beschreibung des krystallinen Kalkes selbst gegeben werden.

Der Berggiesshübler Marmor ist im Allgemeinen feinkörnig, seltener mittelkörnig und gewöhnlich grau gefärbt. Viele Varietäten zeigen einen Wechsel lichtgrauer und dunkelgrauer Lagen, manche sind ausserdem von weissen Kalkspathadern durchschwärmt, welche Beck (7) wegen ihrer innigen Verflössung mit dem Hauptgestein für gleichzeitig mit diesem gebildet ansieht. Auch Putzen und Äderchen röthlichen Kalkes kommen vor. Rein weisse Varietäten sind selten und scheinen in grösseren Blöcken niemals gefunden worden zu sein; das einzige vom Verfasser gesammelte Handstück eines schönen weissen Marmors rührt unmittelbar vom Contact mit Hornblendeschiefer her. U. d. M. weisen die Kalke im Allgemeinen keine verzahnte Structur auf; bei manchen sind die Zwillingslamellen schön und reichlich entwickelt, bei anderen zeigt ein wesentlicher Bruchtheil der Körner gar keine Lamellirung. Auch die Korngrösse ist vielfach nicht einheitlich, sondern

wechselt lagenweise, ebenso wie das schwarze Pigment, welches sich besonders auf die feinkörnigsten Partien concentrirt. Interessant sind gewisse, vielleicht aus Dolomit gebildete Adern, welche den Kalk durchsetzen, und denen jegliche Spur einer Zwillingslamellirung abgeht; dieselben sind auf beiden Seiten von einer bräunlichen, in sehr eigenartiger Weise zickzackförmig verlaufenden Naht von der übrigen Kalkmasse abgegrenzt und stellen, da sie die pigmentreichen Bänder durchbrechen, jedenfalls eine spätere Bildung vor. Die Adern selbst enthalten ebenfalls Pigment, und zwar annähernd in der Menge wie die lichtgrauen Partien der Kalke; sie sind daher keinesfalls identisch mit den oben erwähnten reinweissen, makroskopisch sichtbaren Kalkspathadern, gegen welche sie auch an Breite beträchtlich zurückstehen, sondern eher mit sehr feinen, dem blossen Auge röthlich erscheinenden Äderchen, welche ebenfalls gewisse Varietäten der Kalke in reichlicher Menge durchschwärmen. — Was den Bestand an accessorischen Mineralien betrifft, so enthalten diejenigen Stücke, die makroskopisch ganz frei davon erscheinen, oft reichliche mikroskopische Schwefelkieskryställchen, die sich an manchen Stellen lagenweise anreichern. Ferner ist Quarz in geringer Menge überall vorhanden; er bildet theils isolirte, zwischen den Kalkspathindividuen eingeklemmte Körnchen, theils zusammenhängende sehr feine Adern. Während die ersteren zweifellos während der Umkrystallisation des Kalkes gebildet worden sind, dürften die Äderchen einer späteren Infiltration ihre Entstehung verdanken. Tremolit, der sich zu Aggregaten von baumförmiger Gestalt zusammenhäuft, ist ebenfalls sehr verbreitet. Lichtgrüner Augit dagegen, welchen R. Beck (7) als in den Kalken von Berggiesshübel gewöhnlich vorhandenen Übergemengtheil anführt, war in dem vom Verfasser gesammelten Material nicht nachweisbar. Auch Magnetkies und andere Erze, wie Bleiglanz und Zinkblende, treten nur local auf.

In chemischer Hinsicht sind die körnigen Kalke von Berggiesshübel ziemlich rein und nur schwach dolomitisch; R. Beck (8) führt eine Analyse an, welche 96,02 % $CaCO_3$ und 2,38 % $MgCO_3$ ergab.

Der Contact des Marmors mit den Hornblendeschiefern

ist infolge des Auftretens vielfach verzweigter Flussspathgänge, welche sowohl die Schiefer wie den Kalk durchsetzen als auch besondere Contactzonen zwischen beiden Gesteinen im Wesentlichen zusammensetzen, an vielen Stellen ziemlich complicirt, und ein Eingehen auf die hier zu beobachtenden, sehr wechselnden Erscheinungen, ist im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich. Erwähnt sei nur, dass die Hornblendeschiefer am Contact sehr reich an winzigen Titanitkörnchen sind, welche zu einem grossen Theil aus Titaneisen hervorgegangen sind, und dass die Grenze des Kalkes häufig von tafeligen Calcitkryställchen, dem sogen. Papierspath, dessen Individuen ziemlich weit in den Schiefer hineinragen, eingefasst wird. Der Kalk selbst wird von Trümmern aplitischen Charakters durchschwärmt und ist, wie die mannigfach gewundenen Zwillingslamellen, die ausgefransten und zerpressten Randzonen der einzelnen Individuen zeigen, in intensiver Weise mechanisch beeinflusst worden.

Fürstenberg bei Schwarzenberg.

Das Kalklager vom „Fürstenberg“ bei Schwarzenberg in Sachsen gehört zu den an Erzlager gebundenen Vorkommnissen von körnigem Kalk, von denen eine ganze Reihe im Gebiet der Section Schwarzenberg bekannt sind und als concordante Einlagerungen im Glimmerschiefer, von gleichzeitiger Entstehung wie dieser, angesehen werden. Nach F. Schalch (119) bestehen zwischen den erzführenden und den erzarmen Kalksteinen der Gegend keine durchgreifenden petrographischen Unterschiede, daher sie auch in genetischer Hinsicht nicht getrennt werden können. Das Lager von „Himmlisch Heer“ am Fürstenberg, von welchem hier im Besonderen die Rede sein soll, gehört zu den erzarmen Vorkommnissen; nach Schalch war es hauptsächlich Zinkblende, die sporadisch eingesprengt vorkam, während Schwefelkies, Magnetkies und Kupferkies nur sehr vereinzelt gefunden wurden. Dass im Liegenden des Kalkes auch eine Schicht von silberhaltigem Bleiglanz angetroffen wurde, sei nur beiläufig erwähnt. Mit dem Kalk wechsellagern am Fürstenberg nach Schalch zweierlei Felsarten: 1. ein heller, wellig-flaseriger, etwas biotitführender Glimmerschiefer und 2. ein körnig-flaseriges Gemenge von

Feldspath, Quarz, wenig Kalkspath und vereinzelten hellen Glimmerschüppchen. Das letztere Gestein wird von Schalch als ein Zwischenglied zwischen körnigem Kalk und dem bekannten „rothen“ Gneiss (Muscovitgneiss) der sächsischen Geologen aufgefasst.

Das Lager von „Himmlisch Heer“ wird zur Zeit nicht mehr abgebaut, doch ist auf den ausgedehnten Halden reichliches Material zu finden. Die Hauptmasse des Kalkes ist sehr feinkörnig und rein weiss, doch sind fast immer hier und da winzige Schwefelkieskryställchen eingesprengt. Der Kalk braust mit kalter verdünnter Salzsäure ziemlich kräftig und dürfte demnach nur schwach dolomitisch sein. U. d. M. zeigt er wenig Zwillingslamellen, aber eine ziemlich gut ausgebildete Verzahnung der Körner untereinander. Vereinzelte grössere Individuen mit oder ohne Zwillingslamellen liegen in der feinkörnigen Grundmasse. Die accessorischen Mineralien sind sehr spärlich; man bemerkt etwas lichten Glimmer und winzige Kryställchen und Körnchen, von denen ein Theil dem Titanit angehört, während von anderen nicht festzustellen ist, ob sie für Granat oder Spinell gehalten werden müssen. — Neben dem rein weissen Marmor kommt ein sehr lichtbräunlicher, ebenfalls feinkörniger dolomitischer Kalk vor, der meistens vereinzelte Streifen und Flecken eines schwarzen Minerals aufweist. Bei diesem Gestein ist die verzahnte Structur noch viel besser entwickelt als bei dem weissen Kalk, ferner tritt der Unterschied zwischen grösseren, schön zwillingslamellirten Einsprenglingen und einer sehr feinkörnigen Grundmasse ohne Lamellirung hier in auffallender Weise hervor. Auch die Einsprenglinge weisen gezähnte Ränder auf und sind in der Art mit der Grundmasse fest verbunden, dass der Regel nach in jede Zahnlücke des grossen Korns ein einzelnes Körnchen der Grundmasse eingefügt ist. Von Übergemengtheilen treffen wir hier lichten Glimmer und Biotit, ersteren viel häufiger als letzteren, ferner optisch einaxigen, im Dünnschliff farblosen Chlorit und vereinzelt winzige Körnchen von Titanit.

Mit dem Kalk stehen Hornblendegesteine in engem Verbande; beide Felsarten wechseln an der Grenze in dünnen Lagen miteinander und es finden sich auch vereinzelte Putzen

von Amphibolit im Kalk. Wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, hat eine gegenseitige Pressung der beiden Gesteine stattgefunden derart, dass sie stellenweise geradezu ineinandergequetscht worden sind. Die Hornblendeschiefer bestehen aus einer lichten Hornblende, welche einen Pleochroismus von bläulichgrünen zu grasgrünen Tönen zeigt, und Biotitfasern, welche grosse Individuen von wenig zwillingslamellirtem Albit umschliessen. Accessorisch führen sie, wie die Schiefer von Miltitz, sehr reichlichen Titanit, ferner Apatit und Schwefelkies. Der Kalk zeigt u. d. M. in einiger Entfernung vom Schiefer normales Aussehen, ist mässig gut verzahnt und führt etwas lichten Glimmer; in der Nähe der Grenze enthält er dagegen zahlreiche Bruchstücke des Hornblendeschiefers und Fetzen einzelner Hornblende- und Albitkrystalle. An der Grenze selbst beobachtet man, wie der Kalk nach Art eines eruptiven Magmas zwischen die einzelnen Lagen des Hornblendeschiefers eindringt, sie aufblättert und auseinanderpresst; dabei zeigt sich die Erscheinung, dass die einzelnen Kalkspathkörner durchweg nach einer Richtung gestreckt sind, und zwar meistens in der Längsrichtung der Kalklagen, welche eben zugleich die Strömungsrichtung der im hohen Grade plastischen Kalkmasse war.

Der Mineralbestand des körnigen Kalkes vom Fürstenberg ist nach den obigen Untersuchungen keineswegs reichhaltig; ausser Schwefelkies, lichtem Glimmer, Biotit, Chlorit, Titanit und fraglichen Granatmikrolithen wurden in dem vom Verfasser gesammelten Material keine weiteren Übergemengtheile gefunden und auch die genannten treten im Allgemeinen nur spärlich auf. Dies Resultat stimmt mit den Angaben von F. Schalch (119) überein, der den grösseren Theil des Kalklagers von „Himmlisch Heer" als „ausgezeichnet rein" und „von accessorischen Gemengtheilen völlig frei" bezeichnet, nur werden wir auf Grund der mikroskopischen Untersuchung statt „völlig frei", „nahezu frei" sagen müssen. Indessen führt Schalch eine Reihe weiterer Mineralien an, welche nach ihm den Kalk in geringfügigen Mengen begleitet haben und nur local vorgekommen zu sein scheinen. Dahin gehören zunächst die schon oben erwähnten Erze (Zinkblende, Magnetkies, Kupferkies), ferner Prasem, grüner Salit

in radialstrahligen, derben Partien, röthlichweisser Tremolit und ein einziges Mal wurde auch Vesuvian in Form kleiner im Kalk eingewachsener Körner beobachtet. Wir finden unter diesen Mineralien mehrere, welche als typische Bildungen contactmetamorphischer Processe angesehen werden müssen: Magnetkies, Salit, Vesuvian, Titanit. Nun gehören die Lager von körnigem Kalk in der Gegend von Schwarzenberg zu denjenigen Vorkommnissen, bei denen man noch heutzutage schwankt, ob sie der Contact- oder Regionalmetamorphose ihre Umwandlung verdanken. Der anstehende Granit ist freilich vom Fürstenberg ziemlich weit entfernt, die Luftlinie beträgt 3—4 km Abstand und es liegt das breite Thal des Schwarzwassers dazwischen. Wohl aber spricht ein anderer, bislang noch nicht erwähnter Umstand zu Gunsten der Auffassung, dass der Granit in der Tiefe viel näher an den Fürstenberg heranreicht, das ist nämlich das Vorkommen zahlreicher Bruchstücke von rothen aplitischen Ganggesteinen auf den Halden von „Himmlisch Heer". Die Art und Weise ihres Verbandes mit dem Kalk lässt sich heutzutage nicht mehr erforschen, aber als Zeugen einer lebhaften vulcanischen Thätigkeit, welche mit einem nicht allzuweit entfernten granitischen Herde in Zusammenhang gestanden haben muss, sind sie für uns von bedeutungsvoller Wichtigkeit.

Raschau bei Schwarzenberg.

Das Kalklager von Raschau, welches heute noch eifrig abgebaut wird, gilt, wie die übrigen Kalklager der Gegend, für eine concordante Einlagerung im Glimmerschiefer, welcher hier besonders quarzreich ist. Das Kalkvorkommen liegt übrigens nicht inmitten des Glimmerschiefers, sondern hart an der Grenze gegen den sogen. Quarzbrockenfels hin, einer eisen- und manganerzführenden Formation, welche an dieser Stelle den Glimmerschiefer durchbricht. Das Liegende des Lagers war, wie F. Schalch (119) angiebt, nahe dem südlichen Ende des Bruches durch Stollenbetrieb aufgeschlossen: ein stark lettig zersetzter, weicher, ganz in eine talkartige Substanz umgewandelter Schiefer, der z. Th. noch deutlich die wellig-flaserige Structur des ursprünglichen Muscovitschiefers zeigte. Auch innerhalb des Kalklagers beobachtet man an

manchen Stellen Zwischenlagen und Scheingänge, die aus einer lettigen Substanz bestehen und ebenfalls durch weitgehende Zersetzung aus Glimmerschiefern hervorgegangen zu sein scheinen. Merkwürdig ist ein ziemlich grosser Einschluss eines quarzitischen Gesteins, welcher an der Südwand des Steinbruches sichtbar ist. Derselbe dürfte ein Bruchstück des in der Nähe anstehenden Quarzbrockenfelses sein.

In petrographischer Beziehung bietet der körnige Kalk von Raschau wenig Interessantes. Er ist durchweg sehr feinkörnig, fast weiss oder grau, aber nie gestreift und zeigt eine auffallende parallelepipedische Absonderung, wie sie in ähnlicher Vollkommenheit unter allen in dieser Arbeit besprochenen Marmoren nur bei gewissen Vorkommnissen von Carrara wiedergefunden wird. Parallel einer der Absonderungsflächen liegen zahllose, winzige, dem blossen Auge noch sichtbare, bräunliche Glimmertäfelchen; bei den beiden anderen zeigt sich diese Erscheinung nicht, obwohl ein Unterschied in der Vollkommenheit der Absonderung kaum wahrnehmbar ist. Der Kalk ist stark dolomitisch; er braust mit verdünnten kalten Säuren nicht im Mindesten und enthält nach den von F. Schalch (119) mitgetheilten Analysen rund 54 % $CaCO_3$ und 42 % $MgCO_3$, daneben etwa $1\frac{1}{3}$ % $FeCO_3$. U. d. M. zeigen sich für ein so ausgesprochen dolomitisches Gestein auffallend viele Zwillingslamellen, ein Umstand, der vielleicht auf die starken Pressungen zurückzuführen ist, welche das Gestein offenbar erfahren hat: denn an manchen Stellen scheinen die Dolomitkörner gänzlich zertrümmert und zu einem feinen, u. d. M. wenig durchsichtigen Grus zermahlen worden zu sein. An den weniger beeinflussten Partien ist die verzahnte Structur hervorragend gut entwickelt. Der Bestand an accessorischen Mineralien ist, abgesehen von den in parallelen Ebenen angeordneten Glimmertäfelchen, überaus gering. Der Glimmer ist u. d. M. fast farblos und zeigt für die zur Spaltbarkeit parallelen Strahlen einen nur ganz schwach bräunlichen Ton; er ist nahezu optisch einaxig. Ausserhalb der dünnen, von ihm erfüllten Schichten kommt er recht spärlich vor. Noch viel seltener findet sich ein schwach licht- und doppelbrechendes Mineral, welches vermuthlich in die Chlorit- und Serpentingruppe gehört, aber

infolge seines spärlichen Auftretens und seiner schlechten Ausbildung eine nähere Bestimmung nicht zulässt. Weitere Übergemengtheile sind heutzutage nicht zu beobachten; nach F. Schalch (119) sollen in früherer Zeit auch Tremolit und Steinmark vorgekommen sein.

Aus der obigen Beschreibung ersieht man, dass auf Grund der heute vorhandenen Aufschlüsse und des vorliegenden Materials die Frage nach der Bildungsweise des körnigen Dolomits von Raschau nicht zu beantworten ist. Abgesehen von dem phlogopitähnlichen Glimmer fehlen die typischen Contactmineralien, und ebensowenig sind pegmatitische oder granitische Gänge aus der Umgebung des Lagers bekannt. Trotzdem wird man, wenn für die meisten Kalkvorkommnisse der Umgegend eine Umwandlung durch Agentien der Contactmetamorphose wahrscheinlich gemacht werden kann, auch für das Vorkommen von Raschau eine solche annehmen. Was aber die Armuth an Übergemengtheilen und die geringe Korngrösse des Gesteins von Raschau betrifft, so sind dies zwei Eigenschaften, welche bei umkrystallisirten Dolomiten im Gegensatz zu den Kalken häufig angetroffen werden und z. B. bei den sogleich zu besprechenden Dolomiten von Crottendorf, sowie bei den später beschriebenen Vorkommnissen des Vintschgaues in gleicher Weise zu beobachten sind.

Zachenstein bei Crottendorf (Sachsen).

Das Kalklager vom Zachenstein bei Crottendorf, welches, wie das benachbarte von Oberscheibe, fiscalisch ist, aber im Gegensatz zu diesem zur Zeit nicht abgebaut wird, ist einem hellen, granatführenden Glimmerschiefer eingelagert. Nach der Beschreibung A. Sauer's (116) wird der Kalk an der Grenze durch parallele Einlagerung von Muscovitschüppchen geschichtet, so dass ein Kalkglimmerschiefer als Übergangsgestein entsteht. Während nun im Liegenden des Lagers hierauf unmittelbar der Glimmerschiefer folgt, ist im Hangenden noch eine etwa metermächtige Bank eines gneissähnlichen, biotitreichen Gesteins zwischen Kalk und Glimmerschiefer eingeschoben.

Der körnige Kalk bezw. Dolomit vom Zachenstein ist fast durchweg feinkörnig und von weisser, grauer oder infolge

massenhafter Beimengung eines talkartigen Minerals grüner Färbung. Was die chemische Beschaffenheit betrifft, so findet man bei allen Gesteinsproben einen fortwährenden Wechsel mehr oder weniger und auch rein dolomitischer Partien, in dem selbst kleine Handstücke mit kalten verdünnten Säuren an verschiedenen Stellen verschieden stark brausen, an manchen auch gar nicht. Die stark dolomitischen Partien sind meistens lichtgrau gefärbt, die kalkreichen rein weiss oder grün infolge ihres reichlichen Gehaltes an chloritischen oder Hornblendemineralien. Die reinen Dolomite, welche mit kalter Salzsäure gar nicht reagiren, zeigen u. d. M. sehr wenig Zwillingslamellen, aber eine deutliche verzahnte Structur. Die Korngrösse ist nicht einheitlich, grössere Individuen, von denen einige zwillingslamellirt sind, liegen in der feinkörnigen Hauptmasse des Gesteins zerstreut. Auch das Pigment, welches die graue Färbung hervorbringt, ist nicht gleichmässig vertheilt, sondern erscheint im Dünnschliff in vielen kleinen, dicht nebeneinander liegenden Flecken angehäuft. Bei starker Vergrösserung gewahrt man ausserdem in vielen Körnern Flüssigkeitseinschlüsse, welche negative Kryställchen von Rhomboëderform erfüllen und deutliche Libellen enthalten. Von Übergemengtheilen finden sich in sehr geringer Menge Chlorit und lichter Glimmer. — Diejenigen Gesteinspartien, welche im Handstück einen steten Wechsel ihrer Zusammensetzung zeigen, erscheinen auch im Dünnschliff nicht einheitlich. So besteht z. B. ein Schliff zur Hälfte aus normalem körnigen Dolomit mit sehr wenig Zwillingslamellen, aber gut verzahnter Structur; zur anderen Hälfte ist das Gestein von einer trüben, staubartigen Masse erfüllt, welche so dicht auftritt, dass die Umrisse der einzelnen Dolomitindividuen oft kaum erkennbar sind, und über deren Natur das Mikroskop keinen Aufschluss giebt. Das Ganze wird durchsetzt von dünnen Adern zwillingslamellirten Kalkspaths.

Im Lager von Zachenstein sind die dolomitischen Partien entschieden viel ärmer an accessorischen Mineralien als die kalkreicheren Varietäten; ausser Chlorit und lichtem Glimmer liessen sich in jenen nur gelegentlich winzige Körnchen von Rutil nachweisen. Wo sich die Übergemengtheile reichlicher einstellen, hat man es fast immer mit magnesiaarmen Gesteins-

arten zu thun, die beim Benetzen mit kalter verdünnter Salzsäure kräftig aufbrausen. Die bei der mikroskopischen Untersuchung solcher Kalkvarietäten beobachteten Mineralien, von denen manche auch makroskopisch wohl erkannt werden können, sind die folgenden: Tremolit, der am Zachenstein bei weitem vorherrschende Übergemengtheil, tritt an den Grenzen des Lagers an manchen Stellen so in den Vordergrund, dass er den Kalk nahezu vollständig verdrängt. Er bildet faserige, seidenglänzende, fächer- oder garbenförmig gruppirte Aggregate prismatischer Krystalle von lichtgelblicher Farbe, von denen aber in vielen Fällen nur mehr die Form erhalten ist, während die Substanz in ein grünes, talkartiges Mineral umgewandelt erscheint. U. d. M. ist der frische Tremolit farblos, nicht pleochroitisch, zeigt die typische vollkommene Spaltbarkeit der Amphibolgruppe und eine Auslöschungsschiefe von 14—17°. Die fächerförmige Gruppirung der Individuen ist auch im Dünnschliff gut erkennbar. An manchen Stellen sind Tremolit und Kalkspath bezw. Dolomit poikilitisch miteinander verwachsen, d. h. zahlreiche runde oder unregelmässig eckige Kalkspathkörner, von denen immer eine Anzahl gleichzeitig auslöschen, durchdringen die grösseren Krystalle des Tremolits. Da auch Fetzen oder kleine, schlecht ausgebildete Individuen von letzterem zerstreut im Kalk liegen, bieten solche Schliffe zwischen gekreuzten Nicols oft ein sehr buntes Bild. Für Aktinolith wurde ein dem Tremolit ähnliches Mineral angesehen, welches sich durch seine intensiv grüne Farbe und die Aggregation zu kleinen, radialstrahligen Büscheln vom letzteren unterscheidet. Gelegentlich kommt es auch in Form grösserer prismatischer Krystalle im Kalk eingewachsen vor. Mikroskopisch wurde dies Mineral nicht beobachtet.

Lichter Glimmer mit einem sehr kleinen Winkel der optischen Axen, also wohl Phlogopit, wird nächst dem Tremolit bei der mikroskopischen Untersuchung am häufigsten angetroffen. Nach A. Sauer (116) durchziehen den Kalk an manchen Stellen Glimmeraggregate in grobmaschiger Anordnung mit oft eckigem Verlauf, wodurch dem Gestein ein breccienartiges Aussehen verliehen wird. In solchen glimmerreichen Partien sollen Schwefelkies und Zinkblende besonders reichlich auftreten.

Ein farbloser, diallagähnlicher Pyroxen von faseriger Beschaffenheit wurde im Laufe einer mit THOULET'scher Lösung vorgenommenen mechanischen Trennung isolirt. Im Dünnschliff wurde derselbe nicht beobachtet. Als Zoisit β wurde ein optisch zweiaxiges, stark lichtbrechendes Mineral erkannt, welches in schlecht umgrenzten Krystallen im Kalk auftritt und zwischen gekreuzten Nicols die normalen grauen Interferenzfarben der ersten Ordnung zeigt. Die erste Bissectrix ist positiv, und die Ebene der optischen Axen liegt senkrecht zur Hauptzone, nur der scheinbare Winkel dieser Axen ist für die Varietät des Zoisit β ungewöhnlich gross und beträgt etwa 80°. Olivin kommt in Form unregelmässig begrenzter Körnchen nicht gerade häufig vor; er ist sehr pyroxenähnlich, war aber durch seine Gelatination mit Salzsäure und spätere Färbung der oberflächlichen Gelatinehaut mittelst Brillantgrün zu bestimmen. — Quarz ist selten und scheint ausschliesslich in Form kleiner Adern, welche den Kalk durchsetzen und vermuthlich späterer Entstehung sind, aufzutreten. — Apatit in seinen bekannten sechsseitigen oder gerundeten Durchschnitten ist local ziemlich häufig; die Hauptmasse des Kalkes ist jedoch frei davon. — Auch Erze (Schwefelkies, Magnetkies, Zinkblende) sind im Allgemeinen spärlich vorhanden; in einzelnen unreinen Partien des Lagers können sie, wie schon oben erwähnt, grössere Bedeutung erhalten.

Eine Besprechung der Mineralparagenesis vom Zachenstein kann erst im Zusammenhang mit derjenigen des Kalklagers von Oberscheibe, zu dessen Beschreibung wir nunmehr übergehen, erfolgen.

Oberscheibe bei Scheibenberg (Sachsen).

Die Lagerungsverhältnisse des körnigen Kalkes von Oberscheibe sind wenig bekannt; vom Nebengestein ist nur der „geneigte Wiesenlehm" aufgeschlossen, welcher am Ausgehenden des Lagers dasselbe als eine gegen 8 m mächtige Decke überlagert (A. SAUER 116). Die Begrenzung von Kalk und Lehm ist sehr eigenartig, indem der Kalk in Form grotesker Rippen und scharfzackiger Klippen in den Lehm hineinragt, und der Lehm umgekehrt in die mannigfach geformten Höhlungen und Spalten des Kalkes eindringt (116).

Vom Material des Lagers am Zachenstein unterscheidet sich der Marmor von Oberscheibe schon äusserlich durch sein gröberes Korn, ferner in chemischer Hinsicht durch seine wenig dolomitische Beschaffenheit. Sämmtliche Probestücke brausen kräftig mit kalter, verdünnter Salzsäure, und die von Sauer (116) mitgetheilten Durchschnittsanalysen zweier Qualitäten ergaben in dem einen Falle 94,9 %, im anderen 86,9 % reines Calciumcarbonat. Die Farbe des Kalkes ist weiss oder sehr lichtgrau; nur kleine Schmitzen sind, wie Sauer angiebt, durch reichliche Beimengung von Graphit fast homogen schwarz gefärbt. U. d. M. erscheint der normale Marmor stark zwillingslamellirt, aber nicht im Mindesten verzahnt, ein weiterer Unterschied gegenüber den Varietäten vom Zachenstein. Das graphitische Pigment ist in den lichtgrauen Spielarten des Kalkes reichlich enthalten und ziemlich regelmässig vertheilt. Bemerkenswerth ist die starke mechanische Beeinflussung, welche, wie man durch die mikroskopische Untersuchung erkennt, der Oberscheiber Marmor erlitten haben muss: Die Zwillingslamellen sind stellenweise gebogen und zerdrückt, und die Randzonen der Kalkspathindividuen häufig zermalmt und ausgefranst. Auch gewisse accessorisch auftretende Mineralien weisen kataklastische Erscheinungen auf, die Glimmerlamellen sind z. Th. verbogen und der Quarz zeigt die bekannte Mörtelstructur. Was die Häufigkeit der Übergemengtheile anlangt, so spielen Glimmermineralien die Hauptrolle. Wir begegnen hier etwa in gleicher Menge einem bräunlichen, scheinbar optisch einaxigen und einem grünlichen, silberglänzenden, optisch zweiaxigen Glimmer. Der Axenwinkel des letzteren ist ziemlich gross, und der grüne Glimmer daher wohl als Muscovit anzusehen, während man den braunen für Phlogopit halten wird. U. d. M. sind beide farblos und in parallelem Lichte nicht von einander zu unterscheiden. Nach Sauer kommt auch Biotit vereinzelt vor. — Nächst diesen Glimmern begegnet man am häufigsten dem Quarz, welcher in Gestalt runder, grosser, dem blossen Auge oft sichtbarer Körner auftritt und die schon erwähnte Kataklasstructur zeigt, dann einem sehr frischen, nicht zwillingslamellirten Feldspath und einem Chlorit von verhältnissmässig kräftiger Doppel-

brechung, welcher demgemäss für Klinochlor zu halten ist. Vereinzelt tritt wiederum der Zoisit auf, welcher schon aus dem Kalk vom Zachenstein beschrieben wurde; die optischen Eigenschaften desselben weisen auch hier auf die β-Varietät hin. Ziemlich häufig sind noch gewisse Erze, von denen Schwefelkies und Magnetkies auch makroskopisch beobachtet werden können, u. d. M. erkennt man ferner Titaneisen, welches in Form von Stäbchen und linsenförmigen Körnchen auftritt und in Umwandlung zu Leukoxen begriffen ist. Zirkon bildet winzige Kryställchen, und endlich sind noch ganz unregelmässig lappige Pseudomorphosen von dichtem Glimmer nach einem nicht mehr bestimmbaren Mineral zu erwähnen. A. Sauer führt von Oberscheibe noch lichtgrünen Tremolit in garbenförmigen Aggregaten an; in dem vom Verfasser gesammelten Material war dies Mineral nirgends nachweisbar und spielt jedenfalls auf Oberscheibe bei weitem nicht diejenige Rolle wie am Zachenstein.

Die körnigen Carbonatgesteine vom Zachenstein bei Crottendorf und von Oberscheibe gehören zu denjenigen Vorkommnissen, welche nach den in der Geologie heute herrschenden Anschauungen durch Regionalmetamorphose ihre krystallinische Beschaffenheit erlangt haben. Um dieser Frage näher zu treten, betrachten wir zunächst die Paragenesis der beiden Lagerstätten. Es wurden bei dieser und früheren Untersuchungen die folgenden Accessoria beobachtet (die seltenen, nur ganz gelegentlich sich findenden Übergemengtheile sind mit einem Stern bezeichnet): Tremolit, Aktinolith; Phlogopit, Muscovit, Biotit*; ein diallagartiger Pyroxen; Chlorit (Klinochlor); Olivin, Serpentin; Quarz, Plagioklas, Zoisit; Rutil*, Apatit, Zirkon; Schwefelkies, Magnetkies, Titaneisen, Zinkblende. In dieser Liste finden wir mehrere Mineralien, welche für contactmetamorphe körnige Kalke charakteristisch sind, nämlich: Phlogopit, Zoisit, Olivin, Strahlstein; ferner andere, welche unter Mitwirkung der Mineralbildner in solchen Kalken entstehen: Apatit, Magnetkies, Zinkblende. Ferner ist das oben als poikilitische Verwachsung beschriebene Auftreten der zahllosen Kalkeinschlüsse im

Tremolit eine für Contactgesteine typische Erscheinung. Ist sonach die Einwirkung contactmetamorphischer Agentien auf die in Rede stehenden Kalke und Dolomite zweifellos, so belehrt uns die massenhafte Entwickelung von Glimmermineralien und die oft reichliche Anwesenheit runder Quarzindividuen, dass wir es hier, wie bei den fichtelgebirgischen Vorkommnissen, mit einer Piezocontactmetamorphose zu thun haben. Dass die Schichten, denen die Kalklager angehören, in der That gebirgsfaltenden Processen unterlegen sind, beweist einmal die starke mechanische Beeinflussung mancher Varietäten des Kalkes, sowie der ihn begleitenden accessorischen Mineralien (Glimmer, Quarz); andererseits ist von Cotta (40) die Thatsache überliefert, dass im Jahre 1838 in einem der Kalkbrüche am Zachenstein „ganz ausserordentlich starke Windungen und Biegungen der Schichten, ein wahrer Wirrwarr von Schleifen, Mulden und Sätteln" zu sehen waren. Ferner ist auch der Mineralbestand im Wesentlichen der gleiche wie bei den Marmorvorkommnissen des Vintschgaus und des Ratschingesthals; auch in den Carbonatgesteinen von Crottendorf und Oberscheibe spielen Glimmermineralien, Chlorit, Strahlstein, gerundete Quarzkrystalle, Mineralien der Epidotgruppe die Hauptrolle. Die Ähnlichkeit im Mineralbestande geht sogar noch weiter, als es bei den fichtelgebirgischen Kalken der Fall war, indem der aus Forsterit hervorgegangene Serpentin, welcher in den letzteren stellenweise den vorherrschenden Übergemengtheil bildete, in den hier behandelten sächsischen, wie in den entsprechenden alpinen Vorkommnissen nur spärlich vorhanden ist. Man dürfte nach Obigem mit Recht annehmen, dass auch die Kalke und Dolomite von Crottendorf und Oberscheibe unter ganz ähnlichen Bedingungen umkrystallisirt sind, wie solche bei der Metamorphose der Marmorlager im Vintschgau und im Ratschingesthal geherrscht haben, und die sich kurz unter der Bezeichnung Piezocontactmetamorphose zusammenfassen lassen.

Candoglia bei Ornavasso.

Gegenüber der Station Ornavasso der Eisenbahnlinie Novara—Domodossola liegt am anderen Ufer der Dosa

das kleine Dorf Candoglia, unter dessen Namen die Marmorbrüche bekannt sind, denen unter Anderem das zum Bau des Domes von Mailand verwendete Material entnommen wurde. An den Bergabhängen oberhalb Candoglia findet man in verschiedenen Höhen drei Marmorbrüche, von denen die zwei südlichen, vertical übereinander gelegenen, der „Fabbricceria del Duomo di Milano" gehören, während der dritte, weiter nördlich jenseits eines kleinen Kammes befindliche, von einem Herrn Lanfranci betrieben wird. Aus dem letzterwähnten Bruch wurde unter Anderem zum Bau des Domes in Florenz Material entnommen. Der Habitus des körnigen Kalkes und sein Bestand an accessorischen Mineralien erweisen sich an den drei Localitäten als übereinstimmend, so dass es genügend erschien, das Material von einer derselben, nämlich dem Lanfranci'schen Bruch genauer zu untersuchen. Bevor wir uns der Beschreibung der hierbei erhaltenen Resultate zuwenden, sei kurz das Wenige mitgetheilt, was über die Lagerungsverhältnisse dieses Marmors bekannt ist.

Die Lager von Candoglia sind nach Traverso (138) dem Biotitgneiss eingeschaltet, welcher nach den an Ort und Stelle sichtbaren Aufschlüssen als ein Complex injicirter Schiefer aufzufassen ist, die von zahlreichen Pegmatit- und Quarzgängen durchsetzt werden. Diese Schiefer lassen sich an dem von Candoglia nach den Brüchen der Fabbricceria del Duomo di Milano angelegten Fahrwege, der sich in vielen Windungen an der Berglehne emporzieht und z. Th. in diese Gesteine eingesprengt ist, vorzüglich beobachten. In den Steinbrüchen selbst ist die Grenze von Kalk und Nebengestein fast nirgends aufgeschlossen und auch die in den Alpen sonst so gewöhnliche Erscheinung, dass Gänge und Zwischenlagen dunkler Hornblendegesteine den Kalk durchsetzen, scheint hier zu fehlen.

Der Marmor sammt der ihn umgebenden Schieferzone gehört in den Contacthof des Granites vom Mont'Orfano bei Gravellona, der längs der Fahrstrasse von diesem Orte nach Pallanza in ausgedehnten Brüchen aufgeschlossen ist.

Was nun den petrographischen Charakter des Marmors anlangt, so kommen sowohl rein weisse, als lichtrosa bis bräunlichrosa, lichtgelblich und lichtgrau bis mässig tiefgrau gefärbte Varietäten vor. Der rosa Marmor scheint im All-

gemeinen etwas grobkörniger als der weisse und der graue zu sein. Die schön weissen Abarten herrschen in den Brüchen der Fabbricceria del Duomo di Milano vor, während die rosa gefärbten die Hauptmasse des im Lanfranci'schen Bruch gewonnenen Materials ausmachen. Die genannten Färbungen wechseln oft in wenig mächtigen Lagen, so dass man schön gestreifte und gebänderte Handstücke schlagen kann. Manche Blöcke werden ausserdem von Adern schwarzgrauen späthigen Kalkspaths durchsetzt ganz ähnlich denen, die im körnigen Kalk von Obernzell bei Passau zu beobachten sind; doch bestehen die letzteren aus Dolomitspath. Sämmtliche Varietäten von Candoglia brausen kräftig mit kalter Salzsäure und können daher keinesfalls stark dolomitisch sein; indessen liegen über die quantitative Zusammensetzung des Marmors keine Angaben vor. — U. d. M. erscheinen die Kalkspathindividuen sehr reich an Zwillingslamellen, sind aber im Allgemeinen nicht miteinander verzahnt[1]. Spuren mechanischer Beeinflussung sind unverkennbar; darauf deutet die häufige Biegung der Zwillingslamellen; die Körner scheinen an vielen Stellen hart aneinander gepresst und zusammengestaucht worden zu sein, wodurch die Ränder ein eigenthümlich ausgefranstes und zerrissenes Aussehen bekommen haben und manche grössere Individuen in Stücke zerbrochen worden sind. Was den Bestand an accessorischen Mineralien betrifft, so enthalten selbst die reinsten weissen Qualitäten hier und da makroskopisch sichtbare Schwefelkieskryställchen eingesprengt, eine Eigenschaft, welche den Marmor für eine Verwendung als Bau- und Ornamentstein nicht gerade besonders geeignet macht. In nur mikroskopischer Ausbildung finden sich in den reinen Varietäten verhältnissmässig viel Quarz, dagegen selten lichter Glimmer, Titanit und Rutil. In den rosa bis gelblich gefärbten Qualitäten treten die Übergemengtheile im Allgemeinen häufiger und mannigfaltiger auf als in den weissen, und am meisten verunreinigt scheinen die grauen Partien zu sein. Eine Aufzählung und Beschreibung der Mineralien, welche bei der mikroskopischen Untersuchung der genannten Varietäten des Marmors beobachtet wurden, wird im Folgenden

[1] Vergl. Taf. XIII Fig. 5.

gegeben: Schwefelkies ist dasjenige Mineral, welches schon dem blossen Auge durch seine Häufigkeit und fast allgemeine Verbreitung besonders auffällig wird. Seine schlecht ausgebildeten oder verzerrten Krystalle (Würfel und Pentagondodekaëder) erfüllen, dicht nebeneinander liegend, manchmal ganze Blöcke der rosa und gelblichen Varietäten des Marmors. Ihre Grösse wechselt von kaum noch sichtbaren Pünktchen bis zu etwa erbsengrossen Individuen; gelegentlich bilden sie auch kleine Knauer im Kalk. Auch die grauen Abarten des letzteren sind stellenweise reich an Schwefelkies, während die rein weissen ihn nur spärlich enthalten. Von anderen Erzen wurde nur Magnetkies beobachtet, aber dieser ist ziemlich selten. Mindestens ebenso häufig und verbreitet wie der Schwefelkies dürfte der dem blossen Auge nicht so auffallende Phlogopit sein. Derselbe ist makroskopisch lichtbraun, manchmal intensiv rothbraun gefärbt und stark fettglänzend; u. d. M. zeigt er einen Pleochroismus von ganz schwach gelblichen zu lichtbraunen Farbentönen; die winzigen Lamellen jedoch, welche den reinen, weissen Varietäten des Marmors hier und da eingesprengt sind, sind vollkommen farblos. Im grauen Kalk tritt der Glimmer mit Vorliebe in dünnen, parallelen Lagen angeordnet auf, so dass solche Abarten als Kalkglimmerschiefer bezeichnet werden können. In optischer Hinsicht verhält sich der Phlogopit bald nahezu einaxig, bald zeigt er einen kleinen scheinbaren Axenwinkel, welcher aber der Schätzung nach den Betrag von 20^0 nie überschreitet. Druckwirkungen, wie etwa eine Krümmung oder ein Bruch der Lamellen, sind nirgends wahrzunehmen, was einigermaassen auffällig ist, da sowohl der Kalk selbst, als auch gewisse accessorische Mineralien (Quarz, Strahlstein) kataklastische Phänomene erkennen lassen. Dagegen ist eine an den Rändern beginnende Umwandlung des Phlogopits in Chlorit mit prachtvollen, anomalen, dunkelblauen Interferenzfarben, wenn auch selten, so doch gelegentlich zu beobachten. — Quarz ist nicht so allgemein verbreitet wie Schwefelkies und Glimmer; er fehlt manchen Partien des Kalkes gänzlich, ist dagegen an anderen Stellen reichlich vorhanden. Die reinsten, weissen Qualitäten des Marmors führen ihn, wie schon erwähnt, in verhältnissmässig bedeutender Menge; er tritt hier in Form

gerundeter, stellenweise krystallographisch begrenzter Pyramiden auf. In manchen Schliffen sind kataklastische Erscheinungen hervorragend deutlich. — Strahlsteinartige Hornblende bildet auf Kluftflächen Aggregate lang prismatisch ausgebildeter, lichtgrüner, seidenglänzender Individuen und kommt auch sonst im Kalk vor. U. d. M. wird sie vollkommen farblos und lässt keinen Pleochroismus erkennen. Die Auslöschungsschiefe beträgt etwa 18°; der Winkel der optischen Axen ist ziemlich klein und der Charakter der Doppelbrechung positiv. Aus den beiden letztgenannten Eigenschaften ersieht man, dass diese Hornblende zum Pargasit gehört. Wo sie mit kataklastischem Quarz zusammen vorkommt, zeigt sie die gleichen mechanischen Veränderungen wie dieser: Zerlegung der Krystalle in einzelne Stengel von verschiedener Auslöschung, welche den Eindruck von breiten Zwillingslamellen hervorrufen; an anderen Stellen undulöse Auslöschung und Zertrümmerung grösserer Individuen zu einem scharfkantigen Sande, dessen winzige Körner untereinander verzahnt sind. In manchen Fällen tritt der Pargasit pseudomorph nach Augit auf, von welchem bisweilen noch lappige Reste innerhalb des nunmehrigen Hornblendekrystalls vorhanden sind. Auch nicht umgewandelter Augit findet sich in manchen Schliffen ziemlich reichlich, er ist farblos, von gedrungen prismatischer Ausbildung und häufig von einer Hornblende mantelförmig umgeben, welche in diesem Falle auch im Dünnschliff nicht farblos ist, sondern einen Pleochroismus von lichtgrün bis farblos aufweist. Solche noch im Dünnschliff gefärbte Hornblende trifft man auch in Form selbständiger, prismatischer Individuen, aber bei weitem nicht so häufig wie die farblose; sie sieht makroskopisch ganz anders aus als der Pargasit, ist schwarzgrün, glasglänzend und bildet entweder schlecht ausgebildete kurzprismatische Krystalle oder garbenförmige Aggregate. In optischer Hinsicht ist sie durch den negativen Charakter der Doppelbrechung in ausreichender Weise vom Pargasit unterschieden. Feldspäthe treten nur local auf. Sie sind ziemlich frisch, besitzen meist keine Zwillingslamellirung, gelegentlich aber schöne Zonarstructur. Hierbei zeigt es sich, dass der Feldspath im Ganzen zwar ziemlich basisch ist — denn ein Schnitt senkrecht zur

positiven Bissectrix weist eine Auslöschungsschiefe von etwa 25° auf —, dass aber der Rand saurer als der Kern ist. Bemerkenswerth ist, dass kein allmählicher Übergang von dem basischen Kern nach den saureren Randzonen zu stattfindet, wie dies bei den Feldspäthen der Eruptivgesteine die Regel ist, sondern die Grenzen der einzelnen Zonen sind scharf. Die Lichtbrechung dieses labradorähnlichen Plagioklases ist wesentlich höher als diejenige des Canadabalsams. — Zoisit kommt ziemlich selten vor; an den normalen grauen Interferenzfarben, an der Kleinheit des Winkels der optischen Axen, sowie an der Lage ihrer Ebene senkrecht zur Spaltbarkeit erkennt man, dass es sich um die β-Varietät des Minerals handelt. — Forsterit in Form frischer, gerundeter Körner ist recht selten, Apatit und Titanit dagegen ziemlich verbreitet, wenn auch immer nur in kleinen bis winzigen Individuen ausgebildet. Titanit fehlt, wie schon oben bemerkt, selbst in den reinsten Qualitäten des weissen Marmors nicht. In eben diesen finden sich gelegentlich auch kleine Rutilkörner, womit die Aufzählung der beobachteten Übergemengtheile abgeschlossen ist. Dass dieselben, vom Schwefelkies abgesehen, fast sämmtlich typische Contactmineralien sind, bedarf wohl kaum noch einer Betonung. Wir finden Phlogopit und Pargasit in grossen Mengen, etwas weniger häufig einen diopsidartigen Pyroxen, grüne Hornblende, basischen Plagioklas, Titanit und Apatit, spärlich endlich Magnetkies, Zoisit und Forsterit. Zu diesen Übergemengtheilen tritt nun Quarz in kleinen, theils gerundeten, theils noch scharf begrenzten Doppelpyramiden, so dass die Paragenesis mit derjenigen der fichtelgebirgischen Kalke, sowie der von Crottendorf und Oberscheibe in Sachsen im Allgemeinen übereinstimmt, daher die dort angestellten Betrachtungen auch auf die Vorkommnisse von Candoglia Anwendung finden. Nehmen wir dazu den Umstand, dass der Marmor von Candoglia von einem Complex metamorphosirter und injicirter Schiefer umhüllt wird, und dass am Mont'Orfano ein Granitmassiv in nicht allzugrosser Entfernung zu Tage tritt, so wird ein Zweifel an der contactmetamorphischen Umwandlung des Marmors nicht mehr möglich sein.

Crevoia bei Domodossola.

Etwa eine Stunde nördlich von Domodossola, jenseits des Dorfes Crevola, ist am Eingang des Val di Vedro, in nächster Nähe der Simplonstrasse, ein Lager körnigen Dolomits durch Steinbruchbetrieb aufgeschlossen. Von dem hier gewonnenen Material wurde der Dom zu Pavia erbaut, heutzutage wird dasselbe ausschliesslich zu Mörtel verarbeitet und in einem zwischen Crevola und dem Steinbruch gelegenen Kalkofen verbrannt. Über die Lagerungsverhältnisse des Dolomits ist in Traverso's „Geologia dell' Ossola" nichts erwähnt; soviel die Aufschlüsse in der Nachbarschaft erkennen lassen, stellt er eine Einlagerung in den injicirten Schiefern und mannigfaltigen Mischgesteinen vor, welche den Contacthof des Granites von Gondo zusammensetzen.

Das Gestein des Bruches braust mit kalter Salzsäure nicht im Geringsten und ist der Analyse nach ein echter Dolomit; es ergaben sich bei drei Bestimmungen:

	I	II	III
Fe_2O_3	0,33	0,96	0,41
CaO	30,64	31,20	31,00
MgO	21,64	21,49	21,76
CO_2	46,3	46,3	46,3
Unlöslich in HCl .	0,86	0,98	0,88
Summe	99,77	100,93	100,35

Die Hauptmasse des Dolomits ist feinkörnig, nur stellenweise tritt ein etwas gröberes Korn auf; was die Farbe betrifft, so kommen hauptsächlich rein weisse und lichtgraue Varietäten vor. Blöcke, die ganz frei von accessorischen Beimengungen gewesen wären, wurden nicht beobachtet; es finden sich zum Wenigsten immer vereinzelte Glimmerblättchen. Schwefelkies, der im Marmor von Candoglia eine so hervorragende Rolle spielt, tritt bei Crevola ganz in den Hintergrund; dagegen fällt hier eine Varietät des Dolomits besonders auf, welche in einer feinkörnigen, grauen Grundmasse $\frac{1}{2}$—1 cm lange prismatische Einsprenglinge von gleicher grauer Farbe und starkem Glasglanz aufweist. Dieselben gehören, wie die mikroskopische Untersuchung ergiebt, dem Tremolit an. Ferner ist das Vorkommen von Dolomitglimmerschiefer zu erwähnen, d. h. Dolomit, der durch lageweise angeordnete

lichtbraune Phlogopittäfelchen geschiefert erscheint und ausserdem noch häufig schichtweisen Wechsel weisser und grauer Gesteinslagen zeigt. Was den mikroskopischen Befund anlangt, so ist zunächst zu bemerken, dass entsprechend dem dolomitischen Charakter des Gesteins die Zwillingslamellirung zurücktritt, immerhin ist die Zahl der zwillingslamellirten Körner für einen echten Dolomit noch auffallend gross und macht etwa die Hälfte der Gesammtzahl aus. Von gegenseitiger Verzahnung der Körner ist ebensowenig etwas zu sehen wie von Spuren mechanischer Störungen[1]. Die mässig bis tiefgrau gefärbten Varietäten lassen ein richtungslos vertheiltes schwarzes Pigment erkennen, besonders deutlich ist dieses in einem Dünnschliff zu sehen, welcher aus dem oben erwähnten Dolomit mit den grossen Tremoliteinsprenlingen angefertigt wurde, es erfüllt auch die letzteren und besteht, wie man bei starker Vergrösserung erkennt, aus winzigen Graphittäfelchen, von denen wenigstens ein Theil sehr deutlich sechsseitige Umgrenzung zeigt.

Von den anderen Übergemengtheilen des Marmors von Crevola ist Phlogopit der vorherrschende. Er ist makroskopisch lichtbraun, im Dünnschliff wird er nahezu farblos und kaum noch erkennbar pleochroitisch; der scheinbare Winkel der optischen Axen ist recht klein und sinkt häufig auf Null herab. Merkwürdig ist, dass die Phlogopitlamellen bisweilen stark verbogen sind und undulöse Auslöschung besitzen, während die übrigen Gemengtheile des Gesteins, vor Allem der Dolomit selbst, keinerlei Spuren mechanischer Beeinflussung erkennen lassen. Solche Biegungen der Glimmerblättchen wurden namentlich dort beobachtet, wo der Phlogopit als Einschluss in Zinkblende auftritt. Eine Anzahl anderer Mineralien besitzt keine allgemeine Verbreitung im Dolomit, sondern kommt nur local vor, nämlich Quarz, Tremolit, Zoisit, Augit und Rutil. Von diesen ist Quarz recht selten, er bildet unregelmässig geformte Körner, die keine deutliche Kataklasstructur aufweisen. Tremolit kommt ausschliesslich in der oben beschriebenen grauen Varietät des Gesteins vor, in welcher seine langprismatischen Krystalle

[1] Vergl. Taf. XII Fig. 4.

schon dem blossen Auge sichtbar sind. U. d. M. erweist er sich als ganz durchpflastert von runden Dolomiteinschlüssen und erinnert durch diese Structur an den früher beschriebenen Tremolit aus dem Kalk von Crottendorf. Die höchste gemessene Auslöschungsschiefe betrug etwa 15°. Zoisit wurde ebenfalls nur in einem Schliff beobachtet; er zeigt sehr niedrige, aber ziemlich normale Interferenzfarben und einen kleinen scheinbaren Winkel der optischen Axen, deren Ebene senkrecht zur Spaltbarkeit gelegen ist, und muss daher, wie der im Marmor von Candoglia vorkommende, für Zoisit β gehalten werden. Der Augit ist farblos, tritt in mehr oder weniger isometrischen, häufig auch ganz unregelmässigen Durchschnitten auf und besitzt eine bedeutende Auslöschungsschiefe (um 45°). Rutil endlich findet sich ganz vereinzelt in Gestalt winziger, nur schwach gefärbter Körnchen. — In nicht unbedeutenden Mengen kommen einige Erze im Dolomit von Crevola vor. Zinkblende und Bleiglanz imprägniren schmale Streifen desselben und sind auch hier und da in kleinen Putzen angehäuft, während Schwefelkies in Form isolirter, unregelmässig vertheilter Kryställchen und Körnchen im Ganzen selten, an einzelnen Stellen des Lagers aber ziemlich reichlich zu finden ist. Durchweg selten ist Magnetkies. U. d. M. bildet die Zinkblende gelblichgrüne, grössere und kleinere, ganz unregelmässig begrenzte Körner, welche im reflectirten Licht starken Diamantglanz zeigen und zwischen gekreuzten Nicols sich isotrop verhalten. Die vollkommene dodekaëdrische Spaltbarkeit ist vorzüglich zu sehen. Die Blende enthält gewöhnlich kleine, runde Einschlüsse von Dolomit, seltener Phlogopittäfelchen, welche dann meistens deformirt sind. Der Bleiglanz bietet u. d. M. wenig Charakteristisches; er ist im reflectirten Lichte grau mit einem schwachen Stich ins Violette und stark metallglänzend; von der Spaltbarkeit ist gewöhnlich nichts zu sehen. — Als ein weiteres Erz ist Eisenglanz zu nennen, welcher secundärer Entstehung zu sein scheint, da er in Gestalt feinster, aus winzigen Körnchen zusammengesetzter Streifchen vorkommt, welche den Grenzen der einzelnen Dolomit- und Phlogopitindividuen entlang verlaufen. Hiermit wäre die Reihe der im Dolomit von Crevola enthaltenen Übergemengtheile abgeschlossen, bis auf ein Mineral,

dessen Natur weder auf mikroskopischem noch auf chemischem Wege bestimmt werden konnte. Dasselbe bildet im Dünnschliff farblose Durchschnitte von unregelmässiger Form, welche die Spaltbarkeit der Pyroxene besitzen, aber durchweg niedrige, lichtgraue bis dunkelgraue Interferenzfarben zeigen. Auch die Lichtbrechung ist für einen Pyroxen zu gering und hält sich etwa auf der Höhe der strahlsteinartigen Hornblenden. Von den übrigen optischen Eigenschaften konnte nur die Zugehörigkeit des Minerals zu den optisch zweiaxigen Körpern festgestellt werden. Im Übrigen erscheint es nicht möglich, das Mineral mit einem der bekannteren gesteinsbildenden zu identificiren. Leider stellte sich nun einer chemischen Analyse die Unmöglichkeit entgegen, dasselbe genügend zu isoliren, namentlich es von der anhaftenden Zinkblende zu befreien. Es konnte dies weder auf mechanischem Wege mittels schwerer Lösung und des Elektromagneten, noch auf chemischem durch wiederholtes, mehrere Tage lang fortgesetztes Abrauchen mit rauchender Salpetersäure erreicht werden. Die Frage nach der Zusammensetzung dieses Minerals bleibt daher offen. Schliesslich sei noch erwähnt, dass Carl Weiss (145) Staurolith aus dem Marmor von Crevola d'Ossola erwähnt. Ob es sich hier um einen wirklichen accessorischen Gemengtheil des Marmors handelt oder ob nur eine Bildung auf Klüften vorliegt, geht aus den Angaben von Weiss nicht hervor. Das Vorherrschen des Phlogopits, sowie das gelegentliche Auftreten von Zoisit, lichtem Augit und Tremolit beweist eine Einwirkung contactmetamorphischer Agentien auf den Dolomit von Crevola, eine Thatsache, die schon infolge seiner Lage mitten zwischen den vom Simplongranit metamorphosirten und injicirten Schiefern keinen Zweifel mehr zulässt. Die reichhaltige Erzführung des Dolomits lässt auf postvulcanische Processe schliessen, welche nach erfolgter Umkrystallisation sich abgespielt haben.

Carrara.

Da die hier vorliegenden Untersuchungen keineswegs den Zweck verfolgen, eine erschöpfende geologische Beschreibung der einzelnen Marmorgebiete zu geben, sondern in erster Linie auf eine Vergleichung der petrographischen Beschaffenheit

einer Anzahl körniger Kalke hinauslaufen, so erschien es zur Erreichung dieses Zweckes genügend, von den rund 500 Marmorbrüchen der Apuanischen Alpen nur einige wenige, aber möglichst verschiedenartige zu besuchen. Es wurden demzufolge in der nächsten Umgebung Carraras, im Canal Ravaccione, einem Thal, welches sich vom Dörfchen Torano bis zur Station Ravaccione hinaufzieht, mehrere Brüche von Statuario, Ordinario, Bardiglio und Paonazzo besichtigt, ferner die ausgedehnten Brüche in den Cipolinen des Monte Brugiana zwischen Carrara und Massa, endlich die Kalkbreccien (Brecciati) beim Dorfe Stazzema, im Thal etwa 2 Stunden oberhalb Seravezza gelegen. Ausserdem wurde den triassischen Grezzoni sowie dem Permiano der italienischen Geologen, welches namentlich bei Forno oberhalb Massa schön aufgeschlossen ist, einige Aufmerksamkeit zugewendet.

Das Liegende der Hauptmarmormasse der Apuanischen Alpen bilden die sogen. Grezzoni, dichte licht- oder schwarzgraue dolomitische Kalke, welche von Zaccagna (149) auf Grund darin gefundener Reste von Crinoideen, namentlich *Encrinus liliiformis*, zum Muschelkalk gerechnet werden. U. d. M. zeigen dieselben eine feinkörnige Beschaffenheit, wobei ein Unterschied zwischen grösseren Körnern und einem sie verkittenden Cement nicht wahrnehmbar ist; vielmehr sind die Körnchen durchweg sehr winzig, besitzen wenig Zwillingslamellen und sind, was sehr bemerkenswerth ist, in höchst vollkommener Weise untereinander verzahnt. Von Nebengemengtheilen ist ziemlich viel Plagioklas von frischer Beschaffenheit und hier und da etwas lichter Glimmer sowie Schwefelkies vorhanden. Unter den Grezzoni liegt das Permiano, welches nach den italienischen Geologen aus gneissartigen Gesteinen und Glimmerschiefern, aus talkigen Schichten und eingelagerten Kalksteinen, Kalkschiefern und kohlehaltigen Schichten aufgebaut ist. Das permische Alter dieses Gesteinscomplexes wurde aus *Orthoceras*-Funden abgeleitet. Was nun die gneiss- und glimmerschieferartigen Gesteine dieses Permiano betrifft, so ist ihr Charakter an den meist verwitterten Felswänden gewöhnlich schwer erkennbar, so dass sie bei oberflächlicher Betrachtung allerdings leicht für krystalline Schiefer gehalten werden können. Wo

aber das Material frisch ist, sieht man namentlich am Querbruch desselben, dass es sich hier um Porphyroide, und zwar besonders um metamorphosirte Quarzporphyre handelt. Diese vollkommen geschieferten Gesteine haben äusserlich grosse Ähnlichkeit mit den Porphyroiden des Taunus. Sie bestehen aus sehr dünnen Lagen von Sericitlamellen, welche sich in feinen Fältelungen um kleine Flasern winden, die aus einem dichten, weissen Quarzfeldspathgemenge zusammengesetzt wurden; die letzteren enthalten bis erbsengrosse Quarzeinsprenglinge, die zwar etwas gerundet sind, aber die ursprünglichen pyramidalen Umrisse in vielen Fällen noch gut erkennen lassen. Auf den Schieferflächen erscheinen die Porphyroide einheitlich graugrün und zeigen den dem Sericit eigenthümlichen seidenartigen Glanz; dünne Platten derselben machen oft vollkommen den Eindruck gewöhnlicher Sericitschiefer. U. d. M. wird die porphyrische Structur des Gesteins noch deutlicher. Die Grundmasse besteht aus abwechselnden, prachtvoll gefältelten Sericitschnüren und etwas dickeren Lagen und Flasern eines sehr feinkörnigen Quarzfeldspathgemenges mit sehr reichlichem accessorischen, niemals zwillingslamellirten Kalkspath. Als Einsprenglinge kommen Quarz und Plagioklas vor; beide zeigen noch Krystallformen und, abgesehen von nicht ganz einheitlicher Auslöschung, keine besonderen Druckphänomene. Der Quarz ist durchaus frisch und, wie der Granitquarz, von reihenförmig angeordneten winzigen Einschlüssen durchzogen; der Plagioklas ist in der Regel zwillingslamellirt und mehr oder weniger der Zersetzung anheimgefallen, als deren Nebenproduct Kalkspath in ziemlich grosser Menge auftritt. Als spärliche Nebengemengtheile des Gesteins sind schliesslich noch Schwefelkies, Chlorit, Rutil und Zirkon zu nennen. — Was nun die Verbandsverhältnisse dieser Porphyroide mit den darüber lagernden körnigen Marmoren anlangt, so ist die Regel, dass zwischen Marmoren und früherem Quarzporphyr eine mehr oder weniger mächtige Zone von Grezzoni, also von dichten Kalken und Dolomiten, sich einschiebt. Nur an wenigen Localitäten fehlt diese Zone, und hier bildet dann das „Permiano“ das directe Liegende des Marmors.

Während also im Allgemeinen die „Grezzoni inferiori“ das Liegende des Marmors bilden, folgen über der Zone der

reinen Marmore zunächst Cipolline, Kalkschiefer, graue, weisse und gestreifte Kalke, z. Th. mit Feuersteinknollen, darüber andere Marmore und die „Grezzoni superiori", sowie mannigfaltige Contactgesteine. Alle diese Schichten werden noch zur Trias gerechnet, und erst über ihnen folgen theils dichte, theils cavernöse und breccienartige Kalke und Dolomite der rhätischen Stufe, welche nach Giampaoli (53) auch den Untergrund der Stadt Carrara bilden. Die Zugehörigkeit dieser Gesteine zum Rhät ist durch das Vorkommen der *Avicula contorta* in derselben sichergestellt.

Wie allgemein bekannt, sind die Marmore der Apuanischen Alpen in zahlreichen Varietäten entwickelt, welche z. Th. sowohl in petrographischer Beziehung wesentlich von einander abweichen als auch für Technik und Kunst eine sehr verschiedene Bedeutung besitzen. Giampaoli (53) beschreibt im Ganzen zwölf, nämlich Statuario, Bianco-chiaro oder Ordinario, welcher wiederum in drei Qualitäten zerfällt, Bardiglio, Venato, Paonazzo, Paonazzetto, Nero, Rosa, Portoro, Giallo, Rosso, Brecciato. Von diesen Varietäten sind einige, wie der Nero, Portoro, Rosso, keine körnigen Kalke. Der Giallo ist nach Giampaoli ein durch Eisenhydroxyd gelb gefärbter Marmor, welcher sonst nichts Besonderes bietet. Die übrigen oben aufgezählten Varietäten, zu denen noch die Cipolline des Monte Brugiana hinzukommen, sollen nunmehr der Reihe nach beschrieben werden.

a) Statuario (Statuaire).

Der Marmo Statuario ist ein sehr reiner, feinkörniger Kalk von weisser Farbe mit einem kaum sichtbaren Stich ins Grünliche, welcher aber sehr deutlich wird, wenn man etwas dickere Bruchstücke im durchscheinenden Tageslicht betrachtet. Die Eigenschaft des Durchscheinens, welche selbst bei 3—4 cm dicken Platten noch wunderbar schön hervortritt, ist diejenige, welche den Statuario in typischer Weise von den übrigen apuanischen Marmoren unterscheidet, die besten Qualitäten des Ordinario kommen in Bezug auf Reinheit der Farbe und Feinheit des Korns dem Statuario gleich, sind aber niemals durchscheinend. Als weitere Vorzüge des letzteren gelten seine Elasticität und Geschmeidig-

keit, zwei Eigenschaften, denen das Material in erster Linie verdankt, dass es als Statuenmarmor oft allen anderen vorgezogen wird. Diesen Vorzügen des Statuario steht aber ein recht grosser Nachtheil gegenüber, das ist seine Unfähigkeit, Einflüssen der Atmosphärilien auf die Dauer Widerstand zu leisten. Bildwerke, die im Freien oder auch nur in feuchten Räumen aufgestellt sind, verlieren ihren Glanz und ihr schönes, zartfarbiges Aussehen; sie werden gypsartig und zerbröckeln nach einiger Zeit. Als die weichste, bröckligste Varietät des Statuario gilt derjenige von Betoglia, dann folgt das aus den Brüchen von Sylvestro stammende Material, während der Statuario der Crestola-Brüche als der härteste, verhältnissmässig ziemlich widerstandsfähige bezeichnet wird. Diese drei Brüche liegen sämmtlich in dem zu Anfang erwähnten Thal Ravaccione, und zwar Crestola und Sylvestro unten am Eingang des Thals, Betoglia ziemlich weit aufwärts. In demselben Thal liegt auch der Statuario-Bruch Polvaccio, von welchem Giampaoli (53) angiebt, dass er durch seine Härte, Sprödigkeit und Widerstandsfähigkeit unter den Statuario-Varietäten eine Ausnahmestelluug besitze. Dieser Bruch ist schon seit vielen Jahren ausser Betrieb, woraus zu schliessen ist, dass das Material kein sonderlich gutes gewesen ist. Keinesfalls kann, wie Giampaoli will, der reichliche Quarzgehalt des Statuario von Polvaccio seine grössere Härte und Widerstandsfähigkeit bedingt haben; denn die Erfahrung bezüglich derartig unreiner Marmore lehrt in anderen Fällen gerade das Gegentheil, indem ein Marmor desto weniger verbandsfest und technisch verwerthbar ist, je mehr Verunreinigungen er enthält.

In chemischer Hinsicht ist der Statuario ein sehr reiner, körniger Kalk; Giampaoli führt mehrere Analysen an, nach denen der Gehalt an $CaCO_3$ 98—99 %, derjenige an $MgCO_3$ in keinem Falle über 0,9 % beträgt, während die Kieselsäure den verhältnissmässig nicht unbedeutenden Betrag von 1 % erreicht. U. d. M. bieten Schliffe von Statuario wenig Interessantes. Die Korngrösse der einzelnen Vorkommnisse ist kaum verschieden und die Zwillingslamellirung bei allen in normaler Weise entwickelt, dagegen ist die verzahnte Structur bisweilen wenig, bisweilen sehr gut ausgebildet. Ersteres ist

z. B. der Fall bei einem Statuario, der oberhalb Torano gebrochen wird; an manchen Stellen des betreffenden Schliffs liegen die Kalkspathkörnchen einfach pflasterartig nebeneinander, an anderen Stellen ist die gegenseitige Verzahnung derselben mehr oder weniger deutlich. Vorzüglich und geradezu typisch ausgebildet ist die verzahnte Structur dagegen bei dem Statuario vom Monte Altissimo bei Seravezza[1]. Es ist dies ein schlagendes Beispiel dafür, dass die verzahnte Structur mit seiner technischen Qualität nicht in Zusammenhang gebracht werden kann. Accessorische Mineralien wurden in Dünnschliffen von Statuario nicht beobachtet. Dagegen war in dem Rückstand, welcher nach Auflösung einer etwas grösseren Menge in kalter Salzsäure hinterblieb, ziemlich viel Feldspath vorhanden. Derselbe war durchweg in Form krystallographisch umgrenzter Täfelchen ausgebildet, auf deren Tafelflächen eine Auslöschungsschiefe von etwa 5° und der Austritt einer positiven Bissectrix beobachtet werden konnte. Die geneigte Dispersion trat sehr deutlich hervor. Da ferner die Reaction mit Kieselfluorwasserstoffsäure ein Überwiegen der Kryställchen von Kieselfluorkalium über diejenigen des Kieselfluornatriums ergab, so dürften die Täfelchen grösstentheils dem Orthoklas angehören. Daneben ist zweifellos auch Plagioklas vorhanden. Quarz und Glimmer, die sonst fast überall vorhandenen Nebengemengtheile des körnigen Kalkes, konnten in dem Rückstand nicht nachgewiesen werden. Dass der erstere in gewissen Qualitäten des Statuario in ziemlich bedeutenden Mengen auftritt, wurde schon oben erwähnt.

Der Statuario bildet kleinere oder grössere Linsen im Ordinario, welche von diesem durch eine sie umhüllende Schale von grau- oder grünlichgelbem, fast dichtem Kalkstein, dem sogen. Tarso, getrennt sind. Der letztere ist mehr oder weniger dolomitisch und wird häufig von hellbraunen oder ockerfarbigen Adern durchzogen. U. d. M. bietet der Tarso fast das gleiche Bild wie der Grezzone: ein Gemenge winziger Körnchen, die nur ganz vereinzelt Zwillingslamellen aufweisen, aber recht gut untereinander verzahnt sind. Man

[1] Vergl. Taf. XI Fig. 1.

könnte darum glauben, es handelte sich hier um nicht umgewandelte Reste des ursprünglichen Kalksteins innerhalb der Marmormassen, indessen, das nicht allzu seltene Vorkommen gerundeter, bisweilen auch ganz scharfkantig begrenzter Quarzkrystalle innerhalb des Tarso belehrt uns, dass auch der letztere einer Umkrystallisation unterworfen gewesen ist. Neben Quarz bemerkt man Schwefelkies, besonders an der Grenze von Tarso und Statuario, sowie sehr selten winzige Blättchen von lichtem Glimmer.

b) Ordinario (Blanc clair).

Der Ordinario oder Bianco Chiaro ist ein sehr lichtgrauer, meistens zuckerkörniger Kalk. Er besitzt im Allgemeinen eine cavernöse Beschaffenheit und enthält an vielen Stellen Adern und Geoden, die von wasserhellen Quarz- und Dolomitkrystallen ausgekleidet sind. Eine merkwürdige Erscheinung bilden winzige Hohlräume von ellipsoidischer Form, die in ungeheuren Mengen, parallel untereinander angeordnet, den Ordinario gewisser Brüche erfüllen und das aus diesem stammende Material zur Politur ungeeignet machen. Die reinste Qualität des Ordinario führt als Handelsmarke die Bezeichnung „Bianco P.“; es ist dies ein vollkommen weisser, dem Statuario äusserlich ähnlicher Marmor, der nur in dünnsten Splittern durchscheinend ist. Die minder reinen Qualitäten sind theils etwas dunkler gefärbt, theils mit accessorischen Mineralien und zwar hauptsächlich von Schwefelkies oder einem lichtgrünen, talkartigen Mineral mehr oder weniger verunreinigt. Schliesslich ist noch der Ordinario venato, ein schwarz und weiss gestreifter Marmor, als besondere Varietät zu erwähnen. Bei der mikroskopischen Untersuchung treten Unterschiede der verschiedenen Varietäten namentlich in Hinsicht der Structur hervor, während die Nebengemengtheile stets die gleichen sind. Manche Dünnschliffe bestehen aus einem Gemenge ziemlich gleichmässig ausgebildeter, meist zwillingslamellirter Körner, deren gegenseitige Verzahnung wenig deutlich ist[1]. Andere lassen deutliche Zeichen mechanischer Beeinflussung erkennen: Verrutschungszonen, auf denen

[1] Vergl. Taf. XII Fig. 3.

die Kalkspathkörner zu einem feinen Sande zerrieben sind und wo es dann zur Neubildung von lichtem Glimmer, Quarz und Titanit gekommen ist. Ausserhalb solcher Zonen pflegt in diesen Schliffen die verzahnte Structur ziemlich gut entwickelt zu sein. Von accessorischen Mineralien treten fast überall lichter Glimmer und Quarz in geringen Mengen auf; letzterer zeigt oft undulöse Auslöschung und tritt z. Th. in Form der typischen, gerundeten Kryställchen auf, z. Th. ist er zweifellos secundäres Infiltrationsproduct. Ein weiterer Nebengemengtheil ist Dolomit, welcher an manchen Stellen makroskopisch sichtbare, bräunliche Adern und Nester bildet, die mit kalter Salzsäure gar nicht oder kaum brausen. Im Dünnschliff erkennt man dieselben leicht an dem vollständigen Fehlen der Zwillingslamellirung; die einzelnen Dolomitindividuen sind ziemlich gross, zeigen ganz unregelmässige Formen und zackig begrenzte Umrisse. Andere Blöcke, und zwar speciell solche, die u. d. M. die oben beschriebenen Verrutschungszonen aufweisen, sind von bläulichen oder gelblichen Kalkspathadern durchzogen, welche Schwefelkies und ein talkähnliches Mineral zu führen pflegen.

Um auch etwaige seltene Gemengtheile des Ordinario zu ermitteln, wurde von einer reineren Qualität ein ziemlich grosses Stück in kalter Salzsäure aufgelöst. Der Rückstand war zum weitaus grössten Theile aus denselben Feldspäthen zusammengesetzt, welche im Statuario nachgewiesen wurden und von denen die Mehrzahl dem Orthoklas, die Minderzahl einem Plagioklas angehören dürfte. Daneben waren Quarz und lichter, optisch zweiaxiger Glimmer nur in ganz untergeordneten Mengen vorhanden.

c) Bardiglio (Bleu turquin).

Der Bardiglio ist ein meist zuckerkörniger, grauer Marmor, der schon bei leichtem Beklopfen mit dem Hammer einen starken, sehr unangenehmen Geruch ausströmen lässt. Die Farbe wechselt von lichtgrau bis schwärzlichgrau, in manchen Varietäten stellt sich auch ein blaugrauer Farbenton ein (Bardiglio cupo). Eine besondere Varietät ist ferner der Bardiglio fiorito, ein lichtgrauer, von zahllosen fast schwarzen Adern, zweigartigen Gebilden, Wolken und Flecken

durchschwärmter Kalk. Sämtliche Bardigli sind, den Einflüssen der Witterung ausgesetzt, sehr wenig widerstandsfähig; sie bleichen aus und zerbröckeln, und zwar, wie Giampaoli angiebt, am leichtesten die etwas grobkörnigeren Varietäten. De Stefani (128), welcher wegen des Geruches, den der Bardiglio beim Beklopfen ausströmt, annimmt, dass das Pigment desselben von flüchtigen Kohlenwasserstoffen gebildet werde, erklärt das Ausbleichen des Marmors an der Luft durch die Verflüchtigung dieser Verbindungen. Giampaoli (53), bei dem man ältere Ansichten über die Natur des Pigmentes nachlesen kann, hält dasselbe für Kohle. Verfasser möchte dasselbe eher als Graphit ansehen, doch ist eine sichere Entscheidung hier kaum möglich.

Dünnschliffe von Bardiglio bieten, abgesehen von dem sehr reichlich vorhandenen Pigment, dasselbe Bild wie solche vom Statuario. Wie bei diesem ist die verzahnte Structur sehr verschiedenartig, bald fast gar nicht, bald ziemlich gut entwickelt, und ebenso sind Übergemengtheile kaum vorhanden. Hier und da findet sich ein Pyritkryställchen oder ein kleiner Fetzen von Plagioklas, in manchen Schliffen auch kleine Blättchen von lichtem Glimmer, der seines ziemlich grossen Axenwinkels wegen für Muscovit angesehen werden dürfte. Beim Auflösen eines grösseren Stückes Bardiglio in kalter Salzsäure hinterblieb ausser reichlichem schwarzen staubförmigen Pigment derselbe Feldspath (Orthoklas), der auch in den Rückständen des Statuario und Ordinario gefunden wurde; als bemerkenswerth verdient hervorgehoben zu werden, dass, obwohl eine viel grössere Menge Bardiglio in Salzsäure gelöst wurde als bei dem früheren Versuch Statuario, doch der Rückstand des letzteren viel bedeutender als derjenige des Bardiglio war. Gewisse Qualitäten von diesem scheinen demnach, immer abgesehen von dem Pigment, an Reinheit den Statuario noch zu übertreffen. Giampaoli (53) beschreibt aus einem Bardiglio-Rückstand kieselige Gebilde verschiedener Form, theils einfach gebogene Stäbchen, theils spiralig gekrümmte Körperchen, die er für Spiculae von Kieselschwämmen hält. In den vom Verfasser untersuchten Proben war von solchen Resten keine Spur vorhanden, ja es konnten nicht einmal Quarzkörnchen darin nachgewiesen werden.

d) Paonazzo.

Der Paonazzo ist ein schwach gelblich gefärbter, sehr feinkörniger Kalk vom Charakter des Statuario, unterscheidet sich aber von diesem durch die schwarzen bis tiefvioletten Adern, Lagen und Flecken von Eisenglimmer, welche ihn in Menge durchsetzen. Wo dieselben recht gedrängt auftreten, kann das Gestein geradezu ein breccienartiges Aussehen erhalten. Diese Beschaffenheit verleiht dem Marmor, namentlich im polirten Zustande, ein hervorragend schönes Aussehen und macht ihn zu einer begehrten, in feinen Qualitäten sehr theuer bezahlten Handelswaare. U. d. M. zeigt die Kalkmasse normales Aussehen; die verzahnte Structur ist im Allgemeinen ziemlich gut, bisweilen recht gut ausgebildet. Der Eisenglanz ist meist völlig opak und im reflectirten Lichte blauschwarz und stark metallglänzend; nur vereinzelte Blättchen sind braunroth durchsichtig. Er bildet im Marmor zusammenhängende Adern, durchlöcherte, grob netzförmige Lagen und isolirte Flecken, die zu winzigen Dimensionen herabsinken können und dann nach Art eines Pigmentes einzelne Theile des Gesteins erfüllen. Von weiteren Übergemengtheilen ist Biotit der häufigste; er bildet recht kleine Täfelchen von meist grüner, seltener lichtbrauner Farbe. Daneben ist etwas grüne Hornblende nachweisbar, und hier und da wohl umgrenzte Plagioklaskrystalle, von denen einzelne etwas corrodirt und von massenhaften, staubförmigen Eisenglanzpartikelchen erfüllt sind.

Wie der Statuario, so bildet auch der Paonazzo Linsen und Nester im Ordinario, die von unreinen, scheinbar dichten Kalklagen schalenförmig umschlossen werden. Diese als „Tarso“ bezeichneten Lagen sind reich an accessorischen Mineralien, unter denen naturgemäss der Eisenglanz vorherrscht. Derselbe setzt gemeinsam mit Quarz, welcher in Form rundlicher Körnchen ebenfalls reichlich vorhanden ist, die Hauptmasse des Tarso zusammen. Interessant aber wird dieser durch seine nicht unbedeutende Turmalinführung. Dies Mineral, dessen Bildung auf pneumatolytischem Wege im Allgemeinen nicht zweifelhaft ist, tritt in Form scharf ausgebildeter, kleiner Prismen auf, bei denen die Absorption des ordentlichen Strahles nahezu vollkommen ist, während der

ausserordentliche eine licht-bräunlich-violette Färbung besitzt. Von weiteren Übergemengtheilen sind noch grüner Biotit, der die Schieferflächen des Tarso in mehr oder weniger zusammenhängenden Häuten überzieht, und nur mikroskopisch wahrnehmbarer, schwach pleochroitischer Epidot zu erwähnen.

Eine Varietät des Paonazzo ist der Paonazzetto von Boccanaglia, der vornehmlich durch seine rein weisse Grundfarbe gegenüber der schwach gelblichen oder röthlichen Färbung des gewöhnlichen Paonazzo charakterisirt wird. Wie dieser als eisenglanzführender Statuario, so kann der Paonazzetto als Bianco P. bezeichnet werden, der von Adern und Flecken von Eisenglanz erfüllt ist. In diesem Paonazzetto glaubt Giampaoli (53) Skapolith gefunden zu haben, eine Beobachtung, welche wiederum auf pneumatolytische Processe als Hauptursache der eigenartigen Beschaffenheit dieser Marmorvarietäten hinweist.

e) Rosa.

Mit diesem Namen werden ausser gewissen Marmoren auch einige röthlich gefärbte dichte Kalksteine bezeichnet, welche der rhätischen Formation angehören. Ein körniger Kalk ist der Rosa aus der Umgebung von Forno, in welchem weisse Partien von fast wachsartigem Aussehen mit zuckerkörnigen, rosa gefärbten in unregelmässiger Vertheilung abwechseln. Nester und Adern weissen Kalkspaths durchziehen das Ganze. U. d. M. zeigt sich die verzahnte Structur in ganz vorzüglicher Weise ausgebildet, und ein bräunliches Pigment, das jedenfalls aus Eisenhydroxyd besteht, ist flecken- und streifenweise vorhanden. Accessorische Mineralien wurden nicht beobachtet.

f) Cipolline.

Die Cipolline des Monte Brugiana bei Massa sind weisse, graue, grünliche oder gelbliche Kalke von verschiedenem Korn, die sich durch ihren Reichthum an accessorischen Mineralien von den bislang besprochenen Marmorvarietäten unterscheiden. In ihrer äusseren Erscheinung sind sie ziemlich mannigfaltig. So findet man unter ihnen

weisse, feinkörnige, geschieferte Kalke, deren Schieferflächen von grünem Glimmer gänzlich oder theilweise überzogen sind. Andere Varietäten sind undeutlich geschiefert, grünlich oder gelblich gefärbt und an einzelnen Stellen von Chlorit oder lichtem Glimmer erfüllt. Noch andere Handstücke zeigen unregelmässig abwechselnde Partien grauen Kalkes, der sehr viel dunklen Glimmer besitzt, und solche von gelblicher Färbung, die viel Hornblende führen. Bei der mikroskopischen Untersuchung findet man den Kalkspath durchweg reichlich zwillingslamellirt, die Structur aber von verschiedener Beschaffenheit. Die grobkörnigen Varietäten scheinen z. Th. stark mechanisch beeinflusst worden zu sein; die Zwillingslamellen sind stark gekrümmt, die einzelnen Körner greifen mit fein verzahnten Rändern ineinander, und manche Individuen sind vollständig zermalmt. Auch gewisse, in diesen Kalken enthaltene Übergemengtheile (Quarz, Biotit) zeigen typische kataklastische Erscheinungen. Bei anderen Varietäten, besonders bei allen feinkörnigen, ist von solchen mechanischen Structuren nichts zu bemerken; die Zwillingslamellen sind nicht im Mindesten gebogen, und von einer gegenseitigen Verzahnung der Kalkspathkörner ist wenig zu sehen. Was den Bestand an accessorischen Mineralien betrifft, so zeigen die beiden Typen darin keine Unterschiede. Unter den mikroskopisch zu beobachtenden Übergemengtheilen treten gewisse Mineralien der Epidotgruppe am Auffallendsten hervor. Von diesen spielt der eigentliche Epidot die Hauptrolle; er bildet bald rundliche Körner, bald deutlich prismatische Krystalle, zeigt einen ziemlich lebhaften Pleochroismus von farblos bis weingelb und ist häufig von massenhaften opaken, staubartigen Einschlüssen (vermuthlich Eisenglanz) erfüllt. Theils in unregelmässiger Verwachsung mit ihm, theils selbständige Individuen bildend, kommt ein schwach doppelbrechendes Glied derselben Gruppe mit intensiv blauen anomalen Interferenzfarben vor; dieses ist wegen der Lage seiner optischen Axenebene senkrecht zur Spaltbarkeit für Klinozoisit anzusehen. — Biotit von bräunlichgelben bis olivgrünen Farben tritt nur local häufiger auf; er ist in Umwandlung in Chlorit begriffen. Der letztere bildet grüne, lebhaft pleochroitische Blättchen mit normalen, grauen Interferenzfarben und führt

häufig Einschlüsse von Rutil. Lichter Glimmer bildet in manchen Cipollinen feine, mannigfach gewundene Lamellenzüge. Grüne Hornblende, pseudomorph nach einem Pyroxen, ist ziemlich selten. — Verbreiteter sind Quarz und Plagioklas, der erstere, in Form der bekannten gerundeten Pyramiden, zeigt in den stark gepressten Partien des Marmors die typische Mörtelstructur. Ziemlich verbreitet, wenn auch immer nur in winzigen Individuen auftretend, ist Titanit, der oft scharf begrenzte Querschnitte der Briefcouvertform aufweist. Dagegen ist das Vorkommen von Turmalin durchaus nur local; er bildet kleine Prismen vom gleichen Habitus wie in dem oben beschriebenen Paonazzo. Hier und da begegnet man schliesslich noch kleinen Durchschnitten von Apatit, sowie winzigen, stark lichtbrechenden, isotropen Körnchen, welche einem Spinell angehören mögen.

g) Brecciato.

Die Kalkbreccien von Stazzema bei Seravezza enthalten eckige Kalkbruchstücke der verschiedensten Grösse und von wechselnder Färbung in einer schwarzbraunen, meist einen Stich ins Röthliche oder Tiefviolette aufweisenden, ebenfalls aus Carbonaten bestehenden Verkittungsmasse. Die Bruchstücke zeigen meist weisse oder schwach röthliche Farbe und einen wachsartigen Habitus; sie brausen mit kalter Salzsäure ziemlich kräftig, während die cementirende Masse wenigstens eines Theiles der Breccien mit solcher gar nicht reagirt, also aus dolomitischem Material bestehen dürfte. U. d. M. ist diese Masse sehr feinkörnig, nicht zwillingslamellirt und stellenweise von braunen und schwarzen Pigmenten, die von Eisenverbindungen gebildet werden, verunreinigt. Ausserdem finden sich spärliche Quarzkörnchen darin. Dies Cement verkittet eckige Bruchstücke von zwillingslamellirtem Kalkspath, grössere und kleinere Blättchen von lichtem, optisch zweiaxigen Glimmer und prismatisch ausgebildete Diopsidkrystalle, welche von massenhaften Eisenerzeinschlüssen erfüllt sind.

Der Brecciato von Stazzema ist im polirten und geschliffenen Zustande ein prachtvoller Ornamentstein; grössere Pfeiler und Platten derselben sind jedoch wegen der Brüchig-

keit des Gesteins schwer zu gewinnen und werden dementsprechend theuer bezahlt. Aber auch scheinbar tadellose Blöcke bekommen oft nach kurzer Zeit Risse, so dass die Verwendung dieses Materials immer mit einem gewissen Risico verbunden ist.

Entstehung des Marmors.

Die Ansichten der älteren Autoren über die Bildungsweise der Marmorlager der Apuanischen Alpen findet man in Giampaoli's schon mehrfach citirter Arbeit (53) zusammengestellt. Dieser selbst spricht sich im Sinn einer Regionalmetamorphose aus, d. h. einer Umwandlung des ursprünglichen Kalksteins durch das Zusammenwirken der Factoren Druck, Wärme und Wasser. Eine besondere Schwierigkeit bei allen Erklärungsversuchen der Gesteinsmetamorphose dieser Gegend ist in der Thatsache begründet, dass gerade die höheren Gebirgslagen (Marmore, Cipolline, zuckerkörnige Dolomite etc., sämmtlich zur oberen Trias gerechnet) umgewandelt sind, während die darunter liegenden, der mittleren Trias zugeschriebenen Grezzoni und die angeblich permischen *Orthoceras*-Kalke unverändert sind. Dieser Schwierigkeit begegnet Giampaoli mit dem Hinweis, dass die Grezzoni sehr unrein sind und darum der Metamorphose mehr Widerstand entgegengesetzt haben sollen als die reineren Kalke, welche angeblich im Allgemeinen um so leichter krystallinisch werden, je reiner sie sind. Die letztere Behauptung ist zwar durchaus unbewiesen, aber andererseits ist es vielleicht auch falsch, die Grezzoni für nicht metamorphosirt anzusehen. Ihr durchaus gleichmässiges Korn und ihre vorzügliche verzahnte Structur lässt eine Umwandlung nicht unwahrscheinlich erscheinen, wobei die geringe Korngrösse vielleicht in der stark dolomitischen Beschaffenheit dieser Schichten ihre Erklärung findet.

Ehe wir zu weiteren Erörterungen übergehen, seien die bislang in den carrarischen Marmoren und Cipollinen beobachteten Mineralien zusammengestellt, wobei die ganz seltenen Vorkommnisse mit einem * versehen sind; es sind dies: Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Muscovit, Biotit, grüne Hornblende, Chlorit, Epidot, Klino-

zoisit, Turmalin, Skapolith, Titanit, Apatit*, Rutil*, Schwefelkies, Eisenglanz, Magneteisen, Dolomit; hinzu kommen noch die von Giampaoli (53) und D'Achiardi (4) aufgezählten, durchweg seltenen, meist nur in Spalten und Geoden vorkommenden Mineralien: Gyps, Flussspath, Malachit, Azurit, Zinkblende, Realgar, Auripigment, Schwefel. Was nun die Vertheilung dieser accessorischen Gemengtheile betrifft, so treten sie, wie aus der obigen Beschreibung hervorgeht, innerhalb des Statuario, Ordinario und Bardiglio recht spärlich auf; dagegen sind Paonazzo und Cipolline reicher an Übergemengtheilen, und zwar sind es vor Allem Eisenglanz, Turmalin, grüner Biotit, Chlorit, Mineralien der Epidotgruppe und Quarz in gerundeten Krystallen, welche diesen Varietäten ihren besonderen Charakter verleihen.

Zur Erklärung der Bildungsweise der carrarischen Marmore wurde bislang, da ein Eruptivgestein, welches eine Contactmetamorphose bewirkt haben könnte, in weitem Umkreis nirgends aufgeschlossen ist, hauptsächlich die Theorie des regionalen Dynamometamorphismus herangezogen. Diese nimmt bekanntlich als Hauptfactor der Gesteinsumwandlung den Gebirgsdruck an, welcher in seinen Wirkungen durch die Gebirgsfeuchtigkeit und die infolge der mechanischen Arbeit freiwerdende Wärme unterstützt wird. Falls die Marmore der Apuanischen Alpen wirklich dynamometamorpher Entstehung wären, so dürfte man wohl erwarten, Erscheinungen mechanischer Beeinflussung derselben in grosser Ausdehnung anzutreffen. Dies ist jedoch, wie aus der vorhergehenden Beschreibung der einzelnen Varietäten hervorgeht, nur ausnahmsweise der Fall; die grosse Mehrzahl der reinen Marmore zeigt keinerlei Wirkung mechanischer Kräfte. Ferner spricht der Mineralbestand der Cipolline mit ihrem reichlichen Gehalt an Mineralien der Epidotgruppe, an gerundeten Quarzkrystallen und an Turmalin gegen eine Bildung auf dem Wege des Dynamometamorphismus und macht vielmehr die Einwirkung vulcanischer Agentien auf diese Gesteine wahrscheinlich. Dazu kommt, dass im ganzen Gebiete Erscheinungen sich zeigen, welche auf stattgehabte postvulcanische

Processe von bedeutender Ausdehnung hinweisen. Dahin gehört vor Allem die massenhafte Eisenglanzbildung in gewissen Zonen des Statuario, der dann als Paonazzo bezeichnet wird; ferner das häufige Vorkommen des Turmalins im Paonazzo und in den Cipollinen, sowie das von Skapolith im Paonazzetto. Endlich werden auch mehrere Mineralien, die freilich nur sehr selten, auf Spalten vorkommen, als Product postvulcanischer, z. Th. wohl pneumatolytischer Processe zu deuten sein; es sind dies Flussspath, Realgar, Auripigment und Schwefel. Unter diesen Umständen liegt der Gedanke nahe, die Metamorphose der Kalke überhaupt derartigen Processen zuzuschreiben, und zwar im Wesentlichen wohl einer Durchtränkung der betreffenden Gebirgslagen durch heisse Quellen. Doch soll dieser Erklärungsversuch nur die Richtung angeben, in welcher spätere Untersuchungen über die Bildungsweise der carrarischen Marmore sich zu bewegen hätten; denn heute ist unsere Kenntniss der Gesteine der Apuanischen Alpen und ihrer Lagerungsverhältnisse zu gering, um über die Genesis und gegenseitige Metamorphose derselben bestimmte Theorien aufzustellen; vielmehr bedarf es noch ausgedehnter petrographischer Studien, bevor in dieser Hinsicht ein befriedigender Abschluss erreicht werden könnte. Hier soll nur betont werden, dass die gesammten Verhältnisse der Marmorlager von Carrara mehr auf eine Metamorphose durch vulcanische Agentien, als auf eine dynamische hinweisen, und dass im Besonderen die petrographische Beschaffenheit des Marmors eine Dynamometamorphose desselben als höchst unwahrscheinlich erscheinen lässt.

Predazzo.

Die Lagerungsverhältnisse der körnigen Kalke von Predazzo sind so allgemein bekannt und in den Arbeiten von Cotta (38) und Richthofen (108) und anderen mit solcher Ausführlichkeit erörtert worden, dass auf eine Beschreibung derselben hier verzichtet werden kann. Ebenso sollen auch die Contactzonen, welche an der Grenze von Monzonit und Kalk ziemlich regelmässig vorhanden und nach J. Lemberg (84) wesentlich aus Vesuvian, Granat und Gehlenit zusammen-

gesetzt sind, in dieser Arbeit nicht berücksichtigt, vielmehr nur eine Beschreibung des Marmors selbst, speciell der als Predazzit und Pencatit bezeichneten brucitreichen Varietäten desselben gegeben werden.

Wie bekannt, sind sowohl an den Abhängen des Dosso Capello westlich vom Avisio, als auch am östlichen Thalgehänge auf der Margola mehrere Steinbrüche im Marmor angelegt, aber zur Zeit sämmtlich aufgelassen, da das Gestein zur Bearbeitung mit dem Meissel sich nicht eignet. Das Material, welches diese Brüche liefern, ist auf beiden Thalseiten das gleiche, so dass eine gesonderte Besprechung der beiden Vorkommnisse nicht nöthig erscheint. Der Kalk ist durchweg ziemlich feinkörnig und braust mit kalter Salzsäure kräftig; die Färbung ist eine sehr wechselnde: bald weiss mit einem Stich ins Bläuliche, bald mehr oder weniger tiefgrau, sehr häufig auch roth, seltener gelblich oder grünlich. Die Vertheilung dieser Farben ist sehr mannigfaltig; so findet man weisse Kalke, die von intensiv rothen Adern durchzogen werden, ferner graue, schwarzgestreifte Kalke, rothe mit zahlreichen schwärzlichgrauen Flecken und Adern, Bänderkalke, bei denen weisse, dunkelgraue, lichtrothe und intensiv rothe Lagen abwechseln u. s. w. Grössere Gesteinscomplexe von einheitlicher Färbung kommen kaum vor. U. d. M. sind alle diese Kalke ziemlich reichlich zwillingslamellirt, die Structur ist meist gut verzahnt, und von mechanischer Einwirkung ist gewöhnlich nichts wahrzunehmen. Darnach sollte man glauben, es mit recht verbandfesten Gesteinen zu thun zu haben. Dass die Marmore von Predazzo diese Eigenschaft doch nicht besitzen, liegt zweifellos an ihrer reichlichen Mineralführung. Wirklich reine Varietäten scheinen gar nicht vorzukommen. Die beiden als „Predazzit“ und „Pencatit“ bezeichneten Abarten enthalten bekanntlich in grossen Mengen ein Mineral, welches früher allgemein für Brucit gehalten, von O. Lenečeк (86) aber für Hydromagnesit erklärt wurde. Die Steinbrüche an den Abhängen des Dosso Capello und der Margola sind grösstentheils in diesen Predazziten und Pencatiten angelegt worden. Daneben finden sich Kalke, die zwar jenes Mineral nicht führen, dafür aber in der Regel einen wesentlichen Gehalt an Magneteisen und Serpentin

aufweisen, zwei Accessoria, die häufig auch makroskopisch sichtbar sind. Zu diesen kommen bei der Untersuchung der Dünnschliffe noch einige andere hinzu.

Was nun zunächst Leneček's Hydromagnesit betrifft, so bildet derselbe im Dünnschliff rundliche oder eckige Durchschnitte, die von Oktaëdern herzurühren scheinen. Sie zeigen eine quarzähnliche Lichtbrechung und zwischen gekreuzten Nicols eine mehr oder weniger deutlich radialfaserige Structur, sowie an vielen Stellen eigenthümliche anomale, rostbraune Interferenzfarben, welche für Brucit charakteristisch sind, bei Hydromagnesit aber nicht vorkommen. Im Übrigen besitzen beide Mineralien annähernd denselben Grad der Doppelbrechung ($\gamma - \alpha$ etwa $= 0{,}02$); die Angabe Leneček's, dass der Brucit viel stärker doppelbrechend sei als der Hydromagnesit, ist unzutreffend. Hinzu kommt, dass der Hydromagnesit (Lancasterit), soweit bisher bekannt ist, u. d. M. gewöhnlich eine plagioklasähnliche Zwillingslamellirung aufweist. Was schliesslich die Beobachtung Leneček's betrifft, dass das Mineral in einer Lösung vom specifischen Gewicht 2,289 nicht untergesunken sei, während Brucit mit einem specifischen Gewicht von etwa 2,35 dies hätte thun müssen, so ist derselben bei der geringen Differenz dieser Zahlen entscheidende Bedeutung wohl kaum beizumessen. Unter diesen Umständen wird man die Einsprenglinge im Predazzit, wie dies früher geschehen und schon von Cotta (38) behauptet worden ist, als Brucit ansehen müssen. Hinsichtlich der sich hier anschliessenden Frage, nach welchem Mineral die faserigen Brucitaggregate pseudomorph sind, darf man dagegen wohl Leneček's Ansicht sich anschliessen, dass das ursprüngliche Mineral Periklas war. Dieser ist sogar noch dort erhalten, wo er in Form winziger Oktaëdereinschlüsse im Kalkspath auftritt. Von den frei im Gestein sich findenden Periklaskrystallen sind dagegen die kleineren in Serpentin, die grösseren in Brucit umgewandelt. Ausser in diesen Pseudomorphosen kommt der Brucit, wie auch Leneček angiebt, auf Kluftflächen des Marmors vor, wo er weisse, stark perlmutterglänzende Blättchen bildet. In beiden Fällen mag er seine Entstehung Thermalwässern verdanken, welche, wenn sie stark kieselsäurehaltig waren, den Periklas in Serpentin,

im entgegengesetzten Fall in Brucit umwandelten. Nächst den Brucitpseudomorphosen ist in den Predazziten und Pencatiten der Olivin der häufigste Übergemengtheil. Er zeigt rundliche Körnerform und ist in beginnender Serpentinisirung begriffen. Der Serpentin ist farblos oder schwach gelblich und unterscheidet sich nicht von dem aus Periklas hervorgegangenen. Chlorit und lichter Glimmer kommen im Allgemeinen nur spärlich vor. Ein seltener Übergemengtheil, der in keinem anderen der zum Zweck dieser Arbeit untersuchten Kalke gefunden wurde, ist der Perowskit; er bildet unregelmässig geformte Körner von tiefvioletter Farbe, die im reflectirten Lichte gelblich und diamantglänzend sind und zwischen gekreuzten Nicols z. Th. sich isotrop verhalten, z. Th. anomale Doppelbrechung zeigen. Von Erzen kommt in den Predazziten Eisenglanz vor, welcher secundär zugeführt erscheint, da er recht häufig den Grenzen der Calcit- und Brucitkörner entlang angeordnet ist. Die Pencatite verdanken ihre dunkle Färbung dem Magneteisen, welches in Form winziger Oktaëder namentlich die Brucitpseudomorphosen imprägnirt, daneben auch grössere, derbe, vielfach durchlöcherte Partien bildet. J. Lemberg (84) und O. Leneček (86) hielten dies Erz für Magnetkies, doch fehlt ihm durchaus die charakteristische bronzebraune Farbe des Letzteren.

Die Kalke, die nicht unter den Begriff der Predazzite und Pencatite fallen, d. h. keine Brucitpseudomorphosen führen, enthalten neben Serpentin, Chlorit, lichten Glimmer gelegentlich noch andere Übergemengtheile, von denen namentlich Fassait stellenweise sehr reichlich auftritt. Dieser ist sehr licht grüngefärbt und durchweg kurzprismatisch ausgebildet; manchmal sind zahlreiche dieser kleinen Prismen nahezu parallel dicht nebeneinander geordnet und bilden so gerade oder gebogene Reihen, welche den Schliff durchziehen. Weiterhin wurden in solchen Kalken beobachtet: Vesuvian in kleinen unregelmässigen Körnern mit normalen grauen Interferenzfarben, Spinell in grünen Oktaëdern, Magnetkies und Magneteisen. Dass auch noch andere Mineralien in den Kalken von Predazzo gelegentlich auftreten, ist bei dem Mineralreichthum der dortigen Contactgesteine durchaus wahrscheinlich, doch ist dem Ver-

fasser von solchen Beobachtungen bislang nichts bekannt geworden.

So naheliegend für die Erscheinungen bei Predazzo die Annahme einer Contactmetamorphose auch ist, so blieb dieselbe doch nicht ohne Widerspruch. Der bedeutendste dieser Gegner war wohl Justus Roth, welcher gegen eine Metamorphose des Kalkes durch Hitzewirkung namentlich zwei Gründe geltend machte, einmal die Anwesenheit von Brucit, der bei seinem 30 %igen Wassergehalt nur auf nassem Wege gebildet werden könnte, und dann diejenige von Eisenoxyduloxydhydrat, welches gewisse Bänder des Pencatits schwarz färbt und bei höherer Temperatur sich hätte oxydiren müssen. Auch J. Lemberg spricht sich entschieden gegen eine Schmelzung des Kalkes bei der Umwandlung aus, wie eine solche von Richthofen (108) angenommen worden war. Lemberg glaubt, dass die Kalke von Canzacoli auf wässerigem Wege umkrystallisirt sind, wobei jedoch die Lösung des Kalkes durch zwei Umstände erleichtert werden konnten: 1. durch die Wärme des benachbarten, noch nicht erstarrten Monzonits, und 2. durch den Gehalt des lösenden Wassers an gewissen Salzen (Chlornatrium, Natriumsulfat), welche seine Lösungsfähigkeit noch erhöhten. Die modernen Anschauungen über Contactmetamorphose nehmen insofern zwischen Richthofen's und Lemberg's Theorien eine Mittelstellung ein, als man zwar an eine Umschmelzung des Nebengesteins nicht mehr glaubt, indessen doch die Agentien der Umwandlung ausschliesslich in den vom erstarrenden Eruptivmagma abgegebenen Mineralbildnern erblickt, unter denen das gasförmige Wasser in erster Linie in Betracht kommt.

Monzoni.

Die Vorkommnisse von körnigem Kalk im Monzoni-Gebirge sind denen von Predazzo durchaus analog sowohl in Hinsicht der Lagerungsverhältnisse, als auch in derjenigen ihrer petrographischen Beschaffenheit. Das Eruptivgestein, welches die Umwandlung des Kalkes bewirkte, ist auch hier ein Monzonit, der an seinen Randzonen gern mehr basische Zusammensetzung annimmt. Die untersuchten Kalkproben stammen aus der Nachbarschaft des Le Selle-Sees, und

zwar von den Felswänden im Osten desselben, neben denen der Weg nach dem Le Selle-Pass sich hinaufzieht. Hier ist der der Hauptsache nach weisse Marmor von zahlreichen dunkelgrünen, mehr oder weniger zersetzten Melaphyrgängen durchschwärmt, unter denen ein einzelner durch seinen S-förmig gewundenen Verlauf schon von weitem besonders auffällt. Der Marmor zeigt verschiedene Korngrösse, doch herrscht ein mittleres bis feines Korn durchaus vor, während grobkörnige und scheinbar dichte Varietäten nicht gerade häufig sind. Was die letzteren betrifft, so erwähnt auch Doelter (151), dass unter den krystallinen Kalken des Monzoni-Gebirges nicht umgewandelte Schollen vorkommen, ohne dass aber auf der Karte eine Trennung des krystallinen von dem nicht krystallinen Kalk durchgeführt werden könnte. Der Marmor von Le Selle-See ist zwar im Grossen und Ganzen weiss oder schwach röthlich gefärbt, doch zeigt sich im Einzelnen dieselbe bunte Abwechselung wie bei Predazzo. So findet man Bruchstücke lichtgrauer Kalke, die von zahlreichen Adern schwarzen Kalkes durchschwärmt werden, bisweilen in der Art, dass gitterförmige Zeichnungen entstehen. An anderen Stellen herrscht ein dunkelgrauer Kalk vor, der von parallelen röthlichen Rändern und Streifen durchzogen wird. Andere Proben zeigen einen lagenweisen Wechsel rein weisser, feinkörniger, bläulicher, grobkörniger, röthlicher, an Brucitpseudomorphosen reicher und endlich grüner serpentinreicher Streifen. Noch andere stellen ein ganz buntes, unregelmässiges Gemenge rother, grauer, schwarzer und grüner Varietäten vor, zwischen denen weisser späthiger Calcit noch häufig ein Netzwerk von Adern bildet.

U. d. M. sind diese Kalke wenigstens zum grossen Theil so stark zwillingslamellirt, dass sie geradezu faserig erscheinen. Die verzahnte Structur ist ziemlich gut entwickelt, mechanische Structuren sind nur gelegentlich zu beobachten. Was die accessorischen Mineralien betrifft, so sei auch hier von einer Beschreibung der Contactzonen zwischen Kalk und Monzonit abgesehen, welche man in den Arbeiten Doelter's ausführlich behandelt findet. Die Kalke selbst kann man, wie die von Predazzo, in Predazzite, d. h. brucitführende, und in brucitfreie, welche dann häufig sehr reich an Serpentin

sind, eintheilen. Reine Varietäten scheinen auch hier nicht vorzukommen. Die Brucitaggregate sind wie in den Vorkommnissen von Predazzo beschaffen und stellen Pseudomorphosen nach Periklas vor, welcher in Form winziger Kryställchen, die als Einschlüsse im Kalkspath sich finden, noch erhalten ist. Daneben kommen in den Predazziten Aggregate eines chloritischen Minerals mit anomalen, blaugrauen Interferenzfarben und negativer Hauptzone ziemlich reichlich vor. Selten sind dagegen Biotit, Olivin, der in beginnender Serpentinisirung begriffen ist, sowie ein Mineral mit starker Licht- und sehr schwacher Doppelbrechung, dessen Durchschnitte den Austritt einer positiven Bissectrix und einen scheinbaren Winkel der optischen Axen von 90—100° erkennen lassen. Dasselbe dürfte zur Epidotgruppe gehören, kann aber infolge seines höchst spärlichen Auftretens nicht mit Sicherheit bestimmt werden. Was endlich den Serpentin der brucitfreien Kalke betrifft, so bildet er Aggregate von unregelmässiger Form, häufig auch kleine Adern im Marmor. Er ist zweifellos secundärer Entstehung, aber über das Mineral, aus welchem er hervorgegangen ist, lässt sich mit Sicherheit nichts mehr aussagen.

Ratschinges-Thal bei Sterzing.

Der Marmor des Ratschinges-Thals bei Sterzing bildet mehrere ausgedehnte Einlagerungen im Glimmerschiefer, welche auf den gegen das hintere Passeier Thal abstürzenden Kammhöhen (Hohe Kreuzspitze) ihren Anfang nehmen, zunächst in nordöstlicher, dann annähernd in östlicher Richtung streichen und auf der Nordseite des Ratschinges-Thals durchweg die höheren Gebirgslagen zusammensetzen. Bei Jaufensteg oberhalb der Gilfenklamm überquert der Marmorzug den Thalbach, ist unterhalb der Klamm ausschliesslich auf der Südseite anzutreffen und endigt plötzlich mit den steil abfallenden Felsen, welche die Ruine Reifenegg tragen. Die Glimmerschiefer, denen der Marmor eingelagert ist, sind nach Weinschenk (143) wohlgeschieferte, bräunlichgraue Gesteine, welche wesentlich aus Quarz, lichtem und dunklem Glimmer zusammengesetzt sind, einen hohen Gehalt an Titansäuremineralien aufweisen und daneben Granat, Klino-

zoisit, Orthit, Turmalin und eine Reihe anderer Nebengemengtheile führen. Durch diesen Mineralbestand, sowie durch die Erscheinung, dass auf den Schichtflächen sich häufig dunkle Flecken und knotenartige Erhöhungen einstellen, charakterisiren sich diese Schiefer, wie Weinschenk des Näheren nachweist, als Contactgesteine. In den Grenzzonen wechsellagern sie mit dem Marmor. Besonders interessant werden die Vorkommnisse des Ratschinges-Thals dadurch, dass in ihnen turmalinführende Pegmatite aufsetzen, welche sowohl die Glimmerschiefer als auch die Kalke und die gangförmig in diesen auftretenden Amphibolite durchdringen und daher als die jüngsten Bildungen dieses Gesteinscomplexes betrachtet werden müssen. Diese gesammten Lagerungsformen sind von Weinschenk (143) ausführlich geschildert worden; in derselben Abhandlung findet man ein sehr instructives Profil aus dem ersten Marmorbruch im Ratschinges-Thal, in welchem die in Rede stehenden Verhältnisse am klarsten zu übersehen sind.

Es sind im Ganzen drei Brüche im Marmorzuge des Ratschinges-Thals angelegt worden: von diesen ist der unterste, nahe dem Jaufensteg gelegene, welcher vom geologischen Standpunkt aus der am meisten besuchenswerthe ist, seit mehreren Jahren aufgelassen, der zweite, oberhalb des Kirchdorfs Inner-Ratschings gelegene, steht in vollem Betriebe und ist zugleich ein Fundort für die schönen, mit dem Marmor in Verband stehenden Amphibolite und Eklogite; der dritte, ganz hinten im Thalschluss in etwa 1800 m Höhe oberhalb Flading angelegte, ist nur zeitweise im Betrieb und bietet zur Beobachtung der gangförmig in den Marmor eindringenden Amphibolite vorzügliche Gelegenheit (vergl. das Profil). Das Material dieser drei Brüche ist im Grossen und Ganzen das gleiche; ein meist lichtgrauer bis fast weisser, gelegentlich auch bräunlich gefärbter, ziemlich grobkörniger Kalk, der beim Anschlagen einen stinkenden Geruch ausströmt. Local, aber meines Wissens nicht in den Brüchen, finden sich auch tiefer grau gefärbte Varietäten, welche die Eigenschaft des Stinkens beim Beklopfen in viel stärkerem Grade besitzen als die lichten Kalke, aber ihren dunklen Ton, dem Licht ausgesetzt, nach einiger Zeit vollständig verlieren und dann dem

normalen Sterzinger Marmor durchaus gleichen. Solche Varietäten wurden namentlich am Jaufensteg, aber an dem entgegengesetzten (Süd-)Abhang des Thals, anstehend beobachtet.

Der normale weisse Marmor zeigt u. d. M. reichliche Zwillingslamellen und eine vorzügliche verzahnte Structur[1]. Spuren mechanischer Beeinflussung fehlen bei diesem Typus. Von accessorischen Mineralien ist in erster Linie Dolomit zu nennen, welcher kleine runde Individuen bildet, die sich

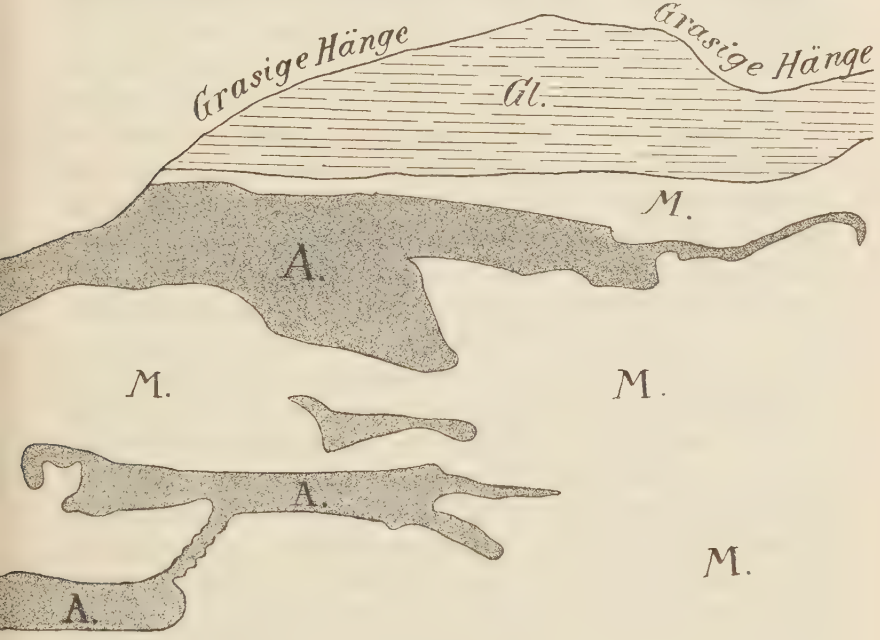


Fig. 1. Marmorbruch Flading. Gl = Glimmerschiefer; A = Amphibolit; M = Marmor.

durch ihr wasserhelles Aussehen von dem ziemlich trüben Kalkspath sehr deutlich abheben. Dieselben besitzen wenig oder gar keine Zwillingslamellen und niemals gezähnelte Ränder. Die übrigen Accessoria kommen so spärlich vor, dass sie im Dünnschliff für gewöhnlich nicht beobachtet werden können; zu ihrer Bestimmung wurde ein grösseres Stück Marmor in Salzsäure gelöst, worauf der Rückstand im Wesentlichen aus gerundeten Quarzkryställchen und sehr licht-

[1] Vergl. Taf. XI Fig. 2.

bräunlichem, optisch zweiaxigem Glimmer zusammengesetzt war. Ganz untergeordnet fanden sich Titanit und Rutil in winzigen Individuen. Nach Weinschenk kommt auch lichtgelblichbrauner Turmalin spurenweise in diesem Marmor vor. — Ein etwas abweichendes Bild bietet das Gestein des reichlich von Amphibolitgängen durchschwärmten dritten (Fladinger) Bruchs, insofern mechanische Structuren hier in sehr deutlicher Weise hervortreten. Äusserlich gleicht der Fladinger Marmor vollkommen dem aus den beiden unteren Brüchen stammenden, u. d. M. aber sind Biegungen und Verwerfungen der Zwillingslamellen, gequetschte und zertrümmerte Zonen, undulöse Auslöschung und zerfaserte Enden mancher Kalkspathindividuen sehr häufig wahrzunehmen, ohne dass darum das Gesammtbild des Marmors schon demjenigen des sogleich zu besprechenden wachsartigen Kalkes gliche; es ist vielmehr die überwiegende Mehrzahl der Körner noch in ihrer ursprünglichen Grösse erhalten, nur tragen sie die soeben beschriebenen Zeichen mechanischer Beeinflussung. Besondere accessorische Mineralien führt der Fladinger Marmor nicht. — Ganz untergeordnet tritt schliesslich ein dichter, weisser bis gelblicher Marmor von wachsartigem Aussehen auf, welcher von Weinschenk als Elfenbeinmarmor bezeichnet wird. Derselbe kommt meistens an den Grenzen gegen das Nebengestein vor und ist im höchsten Grade kataklastisch. Bereits makroskopisch sieht man vereinzelte, vor Zertrümmerung bewahrt gebliebene Calcitindividuen in der wachsartigen Grundmasse liegen; ausserdem kommen darin, was ziemlich auffallend ist, Adern und Nester normalen grobkörnigen Kalkes vor. U. d. M. ist das Bild entsprechend[1]. In der sehr feinkörnigen Grundmasse, deren winzige Bestandtheile höchst unregelmässig geformt und im Allgemeinen vorzüglich untereinander verzahnt sind, liegen zerfaserte und ausgezackte Reste grösserer Calcitindividuen, meist mit stark gebogenen Zwillingslamellen, hier und da auch Quarzkörner, welche z. Th. ebenfalls gänzlich zermalmt sind, sowie grössere, in mehrere Stücke zerbrochene, von Kalk- und Quarzeinschlüssen erfüllte Plagioklaskrystalle.

[1] Vergl. Taf. XIII Fig. 6.

Auch Lagen von weissem, zuckerkörnigem Dolomit, der mit kalter Salzsäure nicht im Mindesten braust, kommen gelegentlich im normalen Sterzinger Marmor vor und nehmen stellenweise den Habitus von Gängen an, wobei sie gegen den Kalk hin von einem grünen, wohl chloritreichen Salband begrenzt werden. Grössere Einlagerungen von Dolomit scheinen dem Kalkzug des Ratschinges-Thals zu fehlen; der Dolomit der Moarer Weissen am Schneeberg, in welchem die von Weinschenk (143) beschriebenen Crinoidenreste gefunden wurden, gehört einem anderen Zug körniger Carbonatgesteine an, der annähernd mit demjenigen des Ratschinges-Thals parallel streicht.

Die an accessorischen Mineralien reichen Lagen des Sterzinger Marmors zeigen häufig kataklastische Erscheinungen, und zwar in dem Grade und der Ausbildung, wie sie dem Fladinger Kalk eigenthümlich sind. Das unbewaffnete Auge gewahrt an solchen Stellen vorzugsweise dunklen, häufig völlig schwarzen, daneben auch lichten, silberglänzenden Glimmer, ferner Chlorit und schwarzgrüne Hornblende, welche sehr häufig garben- und fächerförmige Aggregate bildet. Nimmt man das Mikroskop zu Hilfe, so beobachtet man in solchen Vorkommnissen die folgenden Mineralien: Biotit, meist sehr tief gefärbt; daneben lichten, makroskopisch goldbraunen oder silberglänzenden, im Dünnschliff lichtbräunlichgelb gefärbten, ebenfalls optisch einaxigen Glimmer, der als Phlogopit anzusprechen ist, ferner gänzlich farblosen Glimmer mit grösserem Winkel der optischen Axen, also Muscovit. Sehr selten kommt endlich ein viertes Glied der Glimmerfamilie vor: der Chromglimmer oder Fuchsit, dessen smaragdgrüne Blättchen u. d. M. einen Pleochroismus von lichtgrünen zu gelblichen Tönen und einen ziemlich grossen Winkel der optischen Axen aufweisen. — Die in den Kalken auftretende Hornblende ist zumeist weniger tief gefärbt als diejenige der Amphibolite, hat aber mit dieser den blaugrünen Ton des der Längsrichtung zunächst schwingenden Strahles gemeinsam. Diese Hornblende tritt gelegentlich in poikilitischer Durchwachsung mit Plagioklas auf, indem sie grössere Krystalle desselben in ganz unregelmässiger Weise durchdringt; an anderen Stellen umgiebt sie gerundete

Plagioklasindividuen mantelförmig. Andererseits sind häufig grössere Hornblendekrystalle von zahlreichen Kalkspath- oder Quarzeinschlüssen erfüllt: also eine gegenseitige Durchdringung der hauptsächlichsten Gemengtheile, wie sie für alpine Contactgesteine so überaus charakteristisch ist. — Ein diallagähnlicher Augit kommt nur vereinzelt vor; Chlorit ist dagegen recht häufig und bildet meistens selbständige Blättchen, die theils normale dunkelgraue, theils anormale tiefblaue Interferenzfarben geben; seltener erscheint er in Form dünner Lamellen mit scharfen Grenzen dem Biotit eingeschaltet. Gelegentlich führt er Einschlüsse von Titanit. — Ein im Sterzinger Marmor sehr verbreitetes, aber dem blossen Auge gewöhnlich nicht sichtbares Mineral ist der Quarz, welcher in der Regel die bekannten gerundeten Pyramiden bildet und sehr häufig kataklastisch ist. Plagioklas ist ebenfalls häufig, aber nicht so verbreitet wie Quarz; er tritt zumeist in Form grösserer Krystalle auf, die von Kalkspath-, gelegentlich auch von Hornblendeeinschlüssen erfüllt sind. — Eine Reihe anderer Mineralien tritt im Gesammtbilde mehr zurück, da sie niemals grössere Individuen bilden, doch können sie keineswegs als selten bezeichnet werden. Hierher gehören: Zoisit und Klinozoisit, letzterer bisweilen schwach pleochroitisch (lichtgelblich bis grau), sowie Epidot, ferner Titanit, der in winzigen Kryställchen und Körnern allverbreitet ist; Rutil in Form gelber Nädelchen, die in Häufchen beisammenliegen, und Anatas, von dem sich gelegentlich pyramidale Kryställchen finden. Auch Apatit und Zirkon sind in geringen Mengen fast überall vorhanden, während Schwefelkies nur ganz vereinzelt angetroffen wird und andere Erze gar nicht vorzukommen scheinen.

Was den Contact des Marmors mit seinen Nebengesteinen (Glimmerschiefern, Amphiboliten, Epidositen etc.) anlangt, so ist vor allen Dingen hervorzuheben, dass zwischen beiderlei Felsarten meistens keine scharfe Grenze besteht, sondern dass gewöhnlich eine Übergangszone, in welcher sie miteinander gemischt erscheinen, sich dazwischen schiebt. Da nun mechanische Structuren in dieser Grenzzone durchaus fehlen, insbesondere der Kalk niemals gebogene Zwillingslamellen oder zermalmte Partien aufweist, so muss

man, wie Weinschenk (143) hervorhebt, schliessen, dass beide Gesteine zu einer gewissen Zeit in einem höchst plastischen Zustand sich befanden und erst nach erfolgter Mischung der Grenzzonen zur Krystallisation gelangten. An zwei Beispielen seien diese Verhältnisse kurz näher beschrieben; in dem einen Falle ist ein Glimmerschiefer, im anderen ein Epidotfels das mit dem Marmor in Contact tretende Gestein. In beiden Fällen ist der letztere noch in unmittelbarer Nähe der Übergangszone durchaus normal beschaffen und führt, wie gewöhnlich, gerundete Quarzkrystalle und etwas Phlogopit. An der Grenze gegen den Glimmerschiefer stellen sich dann sämmtliche wesentliche Gemengtheile des letzteren ein: Biotit, Plagioklas, Granat, Epidot, Klinozoisit, Titanit, unter denen dann der Kalkspath nur mehr als ein den übrigen gleichstehender Bestandtheil rangirt. In dem Beispiel des Epidotfelses, welcher im Wesentlichen aus einem pflasterartigen Gemenge von Epidot und Plagioklas nebst accessorischem Zoisit, Karinthin, Augit und Titanit besteht, ist die Übergangszone etwas schmäler entwickelt; es treten hier an der Grenze im Marmor namentlich blaugrüne Hornblende, Epidot und Plagioklas auf; zugleich greift der Kalk an vielen Stellen zungenförmig in den Epidotfels hinein.

Die Bildungsweise der Sterzinger Marmorlager wurde bislang fast allgemein dem Regionalmetamorphismus zugeschrieben, ohne dass jedoch eingehende, dies Thema behandelnde Studien bekannt geworden wären. Wie nun Weinschenk (143) nachweist, sind die den Marmor umgebenden Schiefer durchweg Contactgesteine, welche der directen Schieferhülle des nahen Centralgranits angehören. Mit diesem stehen zweifellos die zahlreichen Pegmatitgänge, welche Schiefer und Marmor durchsetzen, in Zusammenhang, und ebenso kann der Turmalingehalt dieser Gesteine nur durch postvulcanische Processe erklärt werden, welche von dem granitischen Herde ihren Ausgang nahmen. Dass nun auch der Marmor seine Umwandlung contactmetamorphischen Agentien verdankt, erhellt aus seinem reichlichen Gehalt an Contactmineralien, wie Phlogopit, Quarz in gerundeten Krystallen, blaugrüne Hornblende, Zoisit, Epidot, und zwar handelt es sich hier ebenso wie bei den fichtel-

gebirgischen und gewissen sächsischen Vorkommnissen um die von Weinschenk als Piezocontactmetamorphose bezeichnete Art der Gesteinsumwandlung, welche unter besonders gewaltigem Druck, der von den Factoren der Gebirgsbildung geliefert wurde, zum Vollzuge kam.

Vintschgau.

Die Marmorlager des Vintschgaus gehören, wie die des Ratschinges-Thals, einem ausgedehnten Zug körniger Carbonatgesteine an, welcher oberhalb der Troppauer Hütte im Laaser Thal beginnt und, an einigen Stellen unterbrochen, immer an den südlichen Abhängen des Etschthales bis in die Gegend von Naturns aushält. Die Streichrichtung ist sonach im Allgemeinen, wie diejenige fast aller Kalkzüge innerhalb der östlichen Centralalpen, eine nordöstliche. Die Marmore des Vintschgaus sind phyllitischen Gesteinen eingelagert, welche gelegentlich in Glimmerschiefer und Gneisse übergehen. Das Lager von Tarsch tritt mit einem pegmatitartigen Granit in Contact, ebenso wurden in einem Steinbruch am Eingang des Martell-Thals Pegmatitgänge im Marmor beobachtet. In den Brüchen vom Mitterwandl und vom Laaser Thal scheinen dieselben nur ganz untergeordnet aufzutreten, doch wurden immerhin auch an diesen Orten vereinzelte Pegmatitblöcke aufgefunden. Ebensowenig fehlen in den Vintschgauer Marmoren gangförmige Bildungen, die als stark veränderte basische Eruptivgesteine aufzufassen sind, aber nicht immer, wie es bei den Sterzinger Vorkommnissen der Fall ist, den Charakter von Amphiboliten besitzen, vielmehr häufig in phyllitartige Grünschiefer umgewandelt worden sind. Eine eingehende Beschreibung aller dieser phyllitischen Gesteine, welche bemerkenswertherweise oft reich an Turmalin sind, hat Weinschenk in seiner Abhandlung über die Tiroler Marmorlager (143) gegeben.

Der körnige Kalk des Vintschgaus ist durch zahlreiche Steinbrüche aufgeschlossen, von denen aber manche ziemlich unbedeutend und seit längerer Zeit aufgelassen sind. Der augenblicklich grösste und wichtigste von allen ist der Bruch am Mitterwandl im Göflaner Thal über Laas (in etwa

2300 m Höhe), zugleich der einzige, in welchem unterirdischer Abbau stattfindet; nächst diesem sind zwei im Laaser Thal zu nennen, welche noch heute im Betrieb stehen. Das Material dieser drei Brüche, welche ziemlich nahe beieinander liegen, ist im Allgemeinen das gleiche, während das thalabwärts gelegene Vorkommniss von Tarsch bei Latsch sowohl hinsichtlich der Lagerung als auch der Beschaffenheit des Marmors eine Sonderstellung einnimmt und daher für sich beschrieben werden soll.

a) Mitterwandl und Laaser Thal.

Der Laaser Statuenmarmor ist ein rein weisser, ziemlich feinkörniger Kalk, aber nicht so feinkörnig und auch weniger durchscheinend als der carrarische Statuario, letzterer freilich ohne den grünlichgelben Ton, den der Statuario im durchfallenden Lichte zeigt. Der wesentlichste Vorzug des Laaser gegenüber dem carrarischen Marmor besteht in der bedeutend höheren Widerstandsfähigkeit des ersteren gegenüber den atmosphärischen Agentien, einer Eigenschaft, gegenüber welcher die sprödere Beschaffenheit und die daraus folgende etwas grössere Schwierigkeit in der Bearbeitung des Laaser Materials nicht stark ins Gewicht fallen können, zumal für den Bildhauer ein weiterer Vorzug desselben, seine durchweg gleichmässige Beschaffenheit, hinzukommt. U. d. M. erscheint der Laaser Statuenmarmor stark zwillingslamellirt, bisweilen geradezu faserig; die verzahnte Structur ist im Allgemeinen nur mässig entwickelt; Biegungen der Zwillingslamellen sind hier und da vorhanden. Accessorische Mineralien kommen nur ganz untergeordnet vor; neben lichtem, optisch einaxigem Glimmer trifft man Körnchen von Quarz und Plagioklas sowie — ganz vereinzelt — solche von Schwefelkies. Auch in dem Rückstand, der nach dem Lösen eines grösseren Marmorstückes in Salzsäure hinterblieb, waren weitere Übergemengtheile nicht nachweisbar.

Vom rein weissen Statuenmarmor finden sich alle Übergänge zu mehr oder weniger tiefgrauen, theils homogen gefärbten, theils geflammten oder gestreiften Kalken. Ein lichtgrauer Marmor aus dem Laaser Thal, der durch parallele dunkle Streifen geschichtet erscheint, zeigte u. d. M.

eine sehr wechselnde Beschaffenheit der Structur. Es liess sich hier wieder die Erscheinung beobachten, dass gewisse Streifen, in denen ein schwarzes Pigment angereichert war, ein viel kleineres Korn aufwiesen als die pigmentarmen Stellen des Schliffs. Ferner erschien die verzahnte Structur bei den grobkörnigen Schichten viel besser ausgebildet als bei den feinkörnigen. Zwillingslamellen waren bei beiden ziemlich reichlich vorhanden und niemals gebogen. Die Übergemengtheile waren etwas häufiger als in dem reinen Statuenmarmor; es wurden beobachtet: Lichter Glimmer; Quarz, der zuweilen Mörtelstructur zeigt, voller Kalkspatheinschlüsse steckt und von Kränzen des schwarzen Pigments umgeben wird; Titanit in Körnern und spitzpyramidalen Durchschnitten, endlich Schwefelkies. — Auch der weisse wachsartige, stark kataklastische Marmor, wie er aus dem Ratschinges-Thal beschrieben wurde, fehlt den Vintschgauer Vorkommnissen nicht. Beide sind makro- wie mikroskopisch ziemlich gleich beschaffen; nur wurden in den Vintschgauer Proben keine die dichte Masse durchziehenden Adern normalen Marmors bemerkt. Auch hinsichtlich des Gehaltes an accessorischen Mineralien bietet der Vintschgauer Elfenbeinmarmor, bis auf das spurenweise Auftreten von Rutil, nichts Besonderes.

Innerhalb der Laaser Marmorlager kommen auch stark dolomitische Partien vor, und zwar scheinen sie von grösserer Mächtigkeit zu sein als im Ratschinges-Thal. Diese dolomitischen Kalke brausen mit kalter Salzsäure nur unbedeutend, sind durchweg von feinem Korn, lichtgrauer bis fast rein weisser Farbe, werden aber durch Verwitterung rostig. An accessorischen Mineralien sind sie sehr arm. U. d. M. tritt hinsichtlich der Zwillingslamellen ein Unterschied gegenüber den mehr kalkigen Marmoren nicht hervor, und auch die verzahnte Structur ist wie bei diesen nicht besonders ausgebildet; dagegen zeigen sich auffallende Unregelmässigkeiten der Korngrösse, die wahrscheinlich auf mechanische Vorgänge zurückzuführen sind, von denen sich in der häufigen Biegung der Zwillingslamellen und der faserigen Beschaffenheit mancher Körner noch weitere Anzeichen finden. Accessorische Mineralien waren auch mikroskopisch nur sehr spärlich

zu beobachten und beschränkten sich auf Blättchen von lichtem Glimmer und kleine Fetzen eines quarzähnlichen Minerals.

Die weniger reinen Kalklagen sind theils weisse oder graue Kalkglimmerschiefer, deren Schichtflächen bald von lichtbraunem, bald von dunklem Glimmer bedeckt sind, theils graugrün oder bräunlich gefärbte Cipolline, in denen namentlich Biotit, grüne Hornblende und Magneteisen makroskopisch erkennbar sind. U. d. M. erweitert sich die Reihe beträchtlich, wie man aus der folgenden Aufzählung und Beschreibung der in solchen Kalken vorkommenden Mineralien erkennt. Was zunächst die Glimmer betrifft, so sind die lichten Arten theils Muscovit, theils Phlogopit. Licht bernsteinfarbene Täfelchen des letzteren, die sich nahezu optisch einaxig verhalten, bedecken die Schieferflächen mancher Kalkglimmerschiefer. Im Dünnschliff ist der Phlogopit nahezu farblos, der Biotit zeigt die normale braune Färbung und starke Absorption. Er ist bisweilen in Umwandlung in Chlorit begriffen, doch kommen beide auch in paralleler Verwachsung miteinander vor, wobei die Grenzen durchaus scharf sind. Chlorit, der stets lebhaft grün gefärbt und pleochroitisch ist, bildet häufig auch selbständige Blättchen, die in manchen Lagen des Kalkes den weitaus vorherrschenden Übergemengtheil vorstellen, sowie zusammenhängende Häute, welche Kluftflächen im Marmor überziehen. — Auch von der Amphibolgruppe sind mehrere Glieder vertreten, darunter auch Tremolit, der aber nicht gerade häufig angetroffen wird. Verbreiteter sind zwei Hornblendevarietäten, von denen die eine noch sehr licht gefärbt ist und einen Pleochroismus von hellgrünen zu hellgelblichen Tönen aufweist, während die andere tiefer gefärbt, mit der in den Sterzinger Marmoren fast ausschliesslich vorkommenden blaugrünen, karinthinartigen Hornblende übereinstimmt. — Augit, der nur in einzelnen Lagen des Kalkes, hier aber in ziemlichen Mengen sich findet, ist z. Th. frisch, z. Th. in Uralitisirung begriffen, indem Hornblendenadeln ihn durchsetzen und stellenweise noch über die Ränder der Augitkrystalle hinauswachsen. — Quarz und Plagioklas sind allgemein verbreitet; der erstere überwiegt in den meisten Fällen und tritt gewöhnlich in Form gerundeter Kryställchen, seltener

in der von körnigen Aggregaten auf. Kataklastische Erscheinungen sind recht häufig wahrnehmbar. — Auch Mineralien der Epidotgruppe (Zoisit, Klinozoisit, Epidot) begegnet man nicht selten; sie bilden meistens schlecht ausgebildete prismatische Krystalle oder ganz unregelmässige Körnchen und Fetzen, die in manchen Fällen eine genauere Bestimmung nicht zulassen. Besonders wichtig ist das Auftreten des Turmalins, der an einzelnen Stellen der Lager sich anreichert und zumeist intensiv blau gefärbt und stark absorbirend ist. Fast allgemein verbreitet, wenn auch nur in Form winziger Individuen, sind Titanit und Rutil, während Apatit und Zirkon nur hier und da vorkommen. Was endlich die Erze betrifft, so spielt unter ihnen das Magneteisen die erste Rolle. Dasselbe bildet in manchen Kalkblöcken eingesprengte, z. Th. ziemlich grosse Körner, die sich zu Streifen aneinanderreihen. In zweiter Reihe sind Schwefelkies und Magnetkies zu nennen, die fast nur mikroskopisch beobachtet werden können; dasselbe gilt vom Eisenglanz, der in seiner braunroth durchsichtigen Varietät gelegentlich vorkommt.

Die Contactverhältnisse des Marmors und der ihn umgebenden Schiefer zeigen bei den Vintschgauer Vorkommnissen grössere Abwechselung, als bei denen des Ratschinges-Thals zu beobachten war. In manchen Fällen ist die Grenze zwischen Kalk und Schiefer ziemlich scharf; eine Mischzone beider Gesteine fehlt, höchstens sind vereinzelte Kalkspathkörner in der wesentlich aus Quarz, Biotit, Chlorit und Epidot zusammengesetzten Schiefermasse vorhanden. Der Kalk ist in solchen Fällen meist gut verzahnt, zeigt keinerlei mechanische Structuren und führt seine typischen Übergemengtheile (Quarz, Plagioklas, lichten Glimmer, Titanit, Rutil). In anderen Fällen ist es zwar auch nicht zur Bildung eigentlicher Mischzonen gekommen, doch hat sich eine Wechsellagerung zwischen Kalk und Schiefer ausgebildet, die gelegentlich äusserst dünnschichtig werden kann, wobei aber die Grenzen der einzelnen Lagen gegeneinander immer scharf bleiben. Auch hier ist der Marmor gut verzahnt und mechanisch nicht im Geringsten beeinflusst. Ein besonderer Fall, in welchem ein derartiges Gestein von einem kleinen senkrecht zur Schich-

tung durchsetzenden Hornblendegange durchbrochen wird, sei noch kurz beschrieben. Die Schiefermasse ist hier sehr feinkörnig, daher schwer analysirbar; sie scheint im Wesentlichen aus Quarz, Plagioklas, Biotit und Eisenerz zusammengesetzt zu sein. Der eingedrungene Hornblendegang enthält zwischen den durchweg prismatisch ausgebildeten, intensiv blaugrünen Hornblendekrystallen reichlich Kalkspathkörner und Bruchstücke der Schiefermasse. Er durchsetzt Kalk und Schiefer nicht gleichmässig, sondern erleidet an den Grenzen beider Gesteinslagen öfters Verwerfungen von minimalen Dimensionen, erscheint eine kleine Strecke am Schiefer „geschleppt" und innerhalb desselben in isolirte Stücke aufgelöst, während er im Kalk stets zusammenhängend fortsetzt. — An anderen Stellen des Contactes haben sich, im Gegensatz zu den bislang beschriebenen, mehr oder weniger breite Mischzonen gebildet; von einer regelmässigen Wechsellagerung, bei der im Dünnschliff die Grenze zwischen zwei Gesteinsarten jedesmal durch eine bestimmte Linie angegeben wird, ist hier nicht die Rede, vielmehr sind Kalk und Schiefer in durchaus unregelmässiger Weise ineinander gepresst und verknetet worden. Der im Allgemeinen gut verzahnte Marmor zeigt auch in solchen Fällen keine mechanischen Structuren, woraus, wie bei den analogen Sterzinger Vorkommnissen, mit Weinschenk zu schliessen ist, dass die Krystallisirung der beiden Felsarten erst nach ihrer Mischung erfolgt ist. In derartigen Mischgesteinen pflegen die kalkigen Partien, auch abgesehen von den in ihnen eingeschlossenen Schieferbruchstücken, besonders mineralreich zu sein; sie enthalten häufig viel Rutil, Tremolit, Turmalin, Titanit und Titaneisen. Die Schiefer gehören im Allgemeinen zwei Typen an, von denen der eine durch vorherrschenden Quarz, der andere durch vorherrschenden Plagioklas charakterisirt wird, zwischen denen sich aber natürlich auch Übergänge finden. Allen diesen Schiefern gemeinsam ist ihr Reichthum an lichtem oder dunklem Glimmer, Chlorit, Mineralien der Epidotgruppe und Titansäureverbindungen. Dazu kommen in manchen Typen blaugrüne Hornblende, die häufig auf den Schieferflächen makroskopisch sichtbare, garbenförmige Aggregate bildet, und Turmalin.

b) Tarsch.

Es wurde schon oben erwähnt, dass das Marmorlager von Tarsch mit einem pegmatitartigen Granit in Contact steht. Der Kalkzug streicht hier annähernd an der Grenze dieses Granites und der phyllitischen Schiefer. Der Marmor ist von sehr eigenartiger Beschaffenheit, in einer ziemlich feinkörnigen, weissen oder grauen Grundmasse liegen zahlreiche, schwarzgrau gefärbte, rundliche dolomitische Kalkspathkörner, die einen Durchmesser bis zu einem halben Centimeter erreichen und von Weinschenk als stark veränderte Crinoideenreste gedeutet werden. Diesem Aussehen entspricht auch das mikroskopische Bild. Grössere, wie bestäubt aussehende Calcitindividuen sind von einer feinkörnigen dolomitischen Kalkmasse wie von einem Cement verkittet, wobei die gegenseitige Verzahnung sowohl der kleinen Körner unter sich, als auch die der grossen mit den kleinen gut ausgebildet ist. Dass es sich hier nicht um eine Zertrümmerung des Kalkes handelt, bei der einzelne grössere Individuen erhalten geblieben wären, beweist das fast gänzliche Fehlen von Biegungen der Zwillingslamellen, von randlich ausgefaserten Individuen u. s. w. In den grösseren, von einem Pigment erfüllten Körnern liegen wasserhelle, schlecht ausgebildete Kryställchen von abweichender optischer Orientirung, die vermuthlich zum Dolomit gehören. Die übrigen Accessoria sind recht spärlich (lichter Glimmer, Schwefelkies, Feldspath mit kleinem Winkel der optischen Axen und negativer erster Mittellinie). Gewisse Lagen, und zwar nicht nur solche, die nahe dem Contact mit Grünschiefern oder Amphiboliten liegen, sind jedoch mineralreicher. In denselben findet man als vorherrschendes Mineral zumeist einen Biotit von lichtgelblichbrauner Farbe, bei dem die Absorption des parallel zur Spaltbarkeit schwingenden Strahles nicht bedeutend ist. Daneben sind lichter Glimmer, Chlorit, Rutil, Titanit allgemein verbreitet, während ein sehr lichter Turmalin, der im Dünnschliff parallel zur Hauptzone nahezu farblos, senkrecht dazu lichtgelb erscheint, nur local vorkommt. Die mineralreichsten Lagen des Tarscher Marmors sind jedoch die den Schiefern und Amphiboliten unmittelbar benachbarten. Am Contact mit diesen Gesteinen lässt sich die gewöhnliche

Varietät des Marmors mit den dunklen Tupfen ziemlich selten beobachten, viel häufiger tritt hier entweder der wachsartige, stark deformirte Kalk auf, oder ein normaler Marmor von mittlerem Korn, dem die eigenthümlichen grossen Kalkspatheinsprenglinge fehlen. Die Grenze zwischen Crinoideenkalk und dem dichten Marmor von wachsartigem Aussehen pflegt ziemlich scharf zu sein; in ihrer Nähe sind die dunklen Kalkspathkörner grösser und liegen näher beieinander als gewöhnlich, auch tritt hier ein goldbrauner Glimmer gelegentlich sehr reichlich auf. Zwischen Elfenbeinmarmor und Grünschiefer ist dagegen stets eine ziemlich breite Mischzone vorhanden, innerhalb welcher kleine Schieferbruchstücke mehr oder weniger gedrängt den Kalk erfüllen. Auch bei diesen Schiefern kann man, wie bei denen von Laas, einen Typus mit vorherrschendem Quarz und einen zweiten mit vorherrschendem Plagioklas unterscheiden; daneben ist, entsprechend dem Habitus des Gesteins als Grünschiefer, stets massenhaft Chlorit vorhanden, der aus Biotit hervorgegangen ist und reichliche Einschlüsse von Titanit und Titaneisen führt. Von mehr untergeordneter Bedeutung sind: lichter Glimmer, lichtgrüne Hornblende, Klinozoisit, Apatit, Zirkon, endlich schwach lichtbrechende Aggregate von lichtgelber Färbung, die zwischen gekreuzten Nicols sehr schwache Aggregatpolarisation zeigen und zum Serpentin gehören dürften. Was den Feldspath dieser Schiefer betrifft, so ist er häufig saussuritisirt, und zwar von radialstrahligen Aggregaten neugebildeter Zoisitmineralien erfüllt. Besonders interessant ist eines der Mischgesteine durch seinen bedeutenden Gehalt an Diallag. Die Individuen desselben sind im Dünnschliff farblos, reichlich zwillingslamellirt und in viele Stücke zerbrochen, zwischen welchen die Kalkmasse sich eingedrängt hat. Das Vorkommen von Diallag ist, wie Weinschenk (143) betont, wichtig für die Auffassung gewisser, den Marmor durchsetzenden Schieferlagen als ursprünglich gabbroartige Eruptivgesteinsgänge. — Es wurde schon oben darauf hingewiesen, dass der Marmor am Contact mit den Schiefern nicht immer den Charakter des starkdeformirten dichten „Elfenbeinmarmors“ besitzt, sondern dass an vielen Stellen auch ein durchaus normaler, mechanisch nicht beeinflusster Kalk vorkommt. Die

Mischzonen, welche dieser letztere mit den Schiefern bildet, unterscheiden sich, abgesehen von der normalen Beschaffenheit des Kalkes, nicht wesentlich von den soeben beschriebenen. Nur am Contact solchen Marmors mit Amphibolitgängen sind die Verhältnisse insofern abweichend, als die Mischzone hier oft ziemlich schmal ist. Die Amphibolite enthalten neben der weitaus vorherrschenden lichtgrünen Hornblende, Biotit, Plagioklas, Klinozoisit, besonders aber reichlich Titansäuremineralien, darunter oft Titanit in ziemlich grossen Krystallen, dagegen fast gar keinen Kalkspath. Im Marmor findet man dementsprechend keine Bruchstücke des Amphibolits, sondern nur hier und da etwas Titaneisen und Klinozoisit. Die Mischung der beiden Gesteine ist also in solchen Fällen gewissermaassen nur angedeutet.

Da nach dem Vorhergehenden die Contactzonen von Kalk und Schiefer an manchen Stellen hervorragend kataklastische Structuren aufweisen, an anderen dagegen keinerlei Spuren von solchen erkennen lassen, so wird man mit Weinschenk annehmen, dass hier zwei zeitlich verschiedene Vorgänge stattfanden. Der eine, bei dem der Marmor in seinem innersten Gefüge zermalmt und von Bruchstücken des gleichfalls zerbrochenen Schiefers erfüllt wurde, erfolgte bei gewöhnlicher Temperatur; der andere, bei welchem die nämlichen Gesteine durcheinander geknetet wurden, ohne dass mechanische Structuren an solchen Stellen zu beobachten sind, muss in stark erwärmten Gesteinen vor ihrer Krystallisirung stattgefunden haben.

Für die Bildungsweise der Vintschgauer Marmore gelten dieselben Betrachtungen, auf welche bei der Besprechung der Sterzinger Lager aufmerksam gemacht wurde, wie denn die Verhältnisse bei beiden Vorkommnissen thatsächlich ganz analog sind. Auch in den Laaser Marmoren finden sich eine ganze Reihe typischer Contactmineralien, wie Phlogopit, strahlsteinartige Hornblende, lichter Augit, Quarz in gerundeten Kryställchen, Mineralien der Epidotgruppe, Magnetkies, und schliesslich als Product postvulcanischer Processe der Turmalin. Betreffs der geologischen Verhältnisse sei auf die Arbeit

Weinschenk's (143) verwiesen, in welcher dieselben einer ausführlichen Besprechung unterzogen sind. Das überall beobachtete Auftreten von Pegmatiten im Marmor und die reichliche secundäre Turmalinbildung in den phyllitischen Schiefern beweisen die Nachbarschaft eines granitischen Herdes, der in dem nicht allzuweit entfernten Martellgranit zudem offen zu Tage tritt. Was im Besonderen die Vorkommnisse vom Mitterwandl und vom Laaser Thal betrifft, so weist die feinkörnige Entwickelung der dortigen Marmore im Einklang mit der phyllitischen Beschaffenheit der Schiefer darauf hin, dass dieselben nur noch den äusseren Zonen eines granitischen Contacthofs angehören. Bei Tarsch dagegen tritt, wie schon mehrfach erwähnt, der Marmor mit dem Granit in directen Contact, wodurch die starke Metamorphose des dortigen ursprünglichen Crinoideenkalkes ihre Erklärung findet.

Allgemeine Ergebnisse.

Bei einer vergleichenden Betrachtung der im Vorhergehenden besprochenen körnigen Carbonatgesteine treten zunächst gewisse Unterschiede zwischen Kalken und Dolomiten hervor. Während die ersteren im Allgemeinen weiss oder grau gefärbt sind und grobes, mittleres und feines Korn in annähernd gleicher Häufigkeit zeigen, stellen sich bei den Dolomiten und den stark dolomitischen Kalken lichtbräunlich gefärbte Varietäten mindestens ebenso häufig wie weisse und graue ein, und was das Korn betrifft, so ist, worauf schon J. H. L. Vogt (140) aufmerksam gemacht hat, ein feines bei weitem vorherrschend. Ferner sind die dolomitischen Gesteine der Regel nach ärmer an Übergemengtheilen als die in demselben oder einem benachbarten Lager sich findenden kalkigen; derartige Verhältnisse sind z. B. bei den Vorkommnissen von Sinatengrün, im Fichtelgebirge, vom Zachenstein bei Crottendorf und bei denen des Vintschgaus vorzüglich zu beobachten. Ein für die mikroskopische Untersuchung wichtiges Kennzeichen der echten Dolomite bildet endlich die verhältnissmässig geringe Anzahl der Zwillingslamellen; doch gilt dasselbe nur

für solche Gesteine, die der Zusammensetzung eines Normaldolomits sehr nahe kommen, während selbst bei stark dolomitischen Kalken, wie es z. B. die Gesteine von Citronenhaus bei Wunsiedel und von Raschau bei Schwarzenberg sind, ein Unterschied in der Häufigkeit der Zwillingslamellen gegenüber magnesiaarmen Kalken nicht wahrzunehmen ist. In dieser Beziehung scheint die Regel Geltung zu haben: Nur solche dolomitische Gesteine weisen wenig Zwillingslamellen auf, welche mit kalter Salzsäure nicht im Mindesten brausen (Dolomite von Crevola, Crottendorf, Stemmas, Rothenzechau in Schlesien). — Eine weitere Eigenthümlichkeit der Structur vieler Carbonatgesteine, die mehr oder weniger gut ausgebildete gegenseitige Verzahnung der Individuen, scheint dagegen mit keiner anderen Eigenschaft der betreffenden Gesteine in Zusammenhang zu stehen. Sie findet sich sowohl bei Kalken wie bei Dolomiten und fehlt anderen Typen derselben gänzlich[1]. J. H. L. Vogt (140, 141) glaubte in der verzahnten Structur eine Eigenthümlichkeit des regionalmetamorphen Marmors gefunden zu haben, während der bei weitem grösste Theil der Contactmarmore dieselbe entbehren sollte. Nach Vogt ist allein der regionalmetamorphe Marmor, und zwar eben infolge seiner verzahnten Structur, als Ornamentstein verwendbar, während der Contactmarmor (mit ganz spärlichen Ausnahmen) als solcher unbrauchbar ist. Vergleicht man nun die Reihe der in dieser Arbeit untersuchten körnigen Kalke, so sind von den unzweifelhaften contactmetamorphen Marmoren die von Auerbach an der Bergstrasse, Miltitz bei Meissen und Berggiesshübel nicht verzahnt, wogegen die von Markirch im Elsass, Schelingen im Kaiserstuhl, Predazzo und dem Monzoni-Gebirge durchgehends eine vorzügliche Verzahnung aufweisen. Ebensowenig stimmt die Sache bei den „regionalmetamorphen" Marmoren. Hier zeigen zwar die griechischen und die alpinen Vorkommnisse im Allgemeinen eine mässige bis gute Verzahnung, aber schon bei den carrarischen Typen halten sich verzahnte und nicht verzahnte Varietäten annähernd das Gleichgewicht. Bei den körnigen Kalken des Fichtelgebirges, die bislang stets für

[1] Vergl. Taf. XI und XII.

regionalmetamorphen Ursprungs gehalten wurden, ist die gegenseitige Verzahnung mit geringen Ausnahmen sehr wenig deutlich oder fehlt gar vollständig, und was die sächsischen Vorkommnisse betrifft, so sind die Kalke und Dolomite von Crottendorf gut verzahnt, während der Kalk des in nächster Nachbarschaft gelegenen Lagers von Oberscheibe nicht die geringste Verzahnung erkennen lässt. Hieraus erhellt, dass die verzahnte Structur kein Kriterium ist, welches bei einer Eintheilung der Marmore in contactmetamorphe und regionalmetamorphe benutzt werden könnte. Dass sie auch bei der Frage der Wetterbeständigkeit der Marmorsorten nicht von entscheidender Bedeutung ist, hat bereits Weinschenk (143) nachgewiesen, welcher betonte, dass der oft ganz vorzüglich verzahnte Statuario von Carrara das am wenigsten widerstandsfähige Marmormaterial darstellt, welches überhaupt verarbeitet wird, während der nur mässig verzahnte Laaser Statuenmarmor viel wetterfester ist. Dass andererseits auch nicht verzahnte Marmore einen guten Ornamentstein liefern, zeigen uns die Vorkommnisse von Ornavasso und Crevola bei Domodossola; der Marmor von Ornavasso wurde zum Bau des Domes von Mailand, der Certosa di Pavia, sowie des Domes in Florenz verwendet, während aus dem Dolomit von Crevola der Dom von Pavia erbaut wurde. Auch die Pellucidität gewisser Marmore kann mit ihrer verzahnten Structur nicht in Beziehung gebracht werden. Man ersieht dies schon am Beispiel des carrarischen Statuario, welcher, wie schon mehrfach erwähnt, z. Th. hervorragend gut, z. Th. beinahe gar nicht verzahnt, dabei aber stets annähernd gleich stark durchscheinend ist. Ferner giebt es einen Dolomitmarmor (von Etusis in Deutsch-Südwestafrika), dessen Körner pflasterartig mit grösstentheils geradlinigen Begrenzungslinien aneinander stossen und so wenig Verbandsfestigkeit besitzen, dass sie bei Herstellung des Schliffes zum grossen Theil ihren Zusammenhang eingebüsst haben; eben dieser Dolomit ist etwa so durchscheinend wie der Laaser Statuenmarmor. Schliesslich wäre noch die Frage zu erörtern, ob die verzahnte Structur etwa auf mechanische Einwirkungen zurückgeführt werden könnte. Wäre dies der Fall, so müssten Kalke mit guter Verzahnung auch stets Biegungen der

Zwillingslamellen, sowie randlich zerfaserte und theilweise zertrümmerte Körner aufweisen. Dies kommt nun allerdings vor, ist aber keineswegs die Regel. So sind die gut verzahnten Kalke von Markirch, Schelingen, Carrara, ferner die untersuchten griechischen Marmore keineswegs kataklastisch; bei den Marmoren des Ratschinges-Thals wechseln mechanisch beeinflusste mit ungestörten Partien, ohne dass etwa bei letzteren die Verzahnung schlechter ausgebildet wäre, und andererseits fehlt vielen kataklastischen Kalken (Miltitz, Oberscheibe, Ornavasso) die verzahnte Structur vollständig. Diese lässt sich demnach nicht auf mechanische Vorgänge zurückführen, scheint mit keiner Eigenschaft der betreffenden Marmore in Zusammenhang zu stehen und gestattet insbesondere keinen Schluss auf technische Brauchbarkeit oder Unbrauchbarkeit des Marmors. Die Frage nach ihrer Entstehung und Bedeutung bleibt daher bis auf Weiteres offen.

Auch in dem Mineralbestande glaubte Vogt charakteristische Unterschiede zwischen contact- und regionalmetamorphen Marmoren feststellen zu können. Nach ihm sind typische Übergemengtheile der ersteren: Granat, Vesuvian, Skapolith, Wollastonit, Pyroxene, Amphibole, Epidot, Chondrodit, Feldspäthe, Turmalin, Spinell u. A. Für Regionalmetamorphismus sollen dagegen bezeichnend sein: Quarz, Strahlstein, Glimmer (auch Chromglimmer), Talk, Chlorit, Eisenglanz, Rutil. Dass diese Unterscheidung sich nicht aufrecht erhalten lässt, dass vielmehr in den meisten „regionalmetamorphen" Marmoren sich echte Contactmineralien finden, dürfte im speciellen Theil dieser Arbeit zur Genüge nachgewiesen worden sein. Wohl sind innerhalb der körnigen Kalke zwei verschiedene Typen erkennbar, allein ihre Unterschiede sind nicht derart, dass man ihnen, wie Vogt es thut, ganz verschiedenartige Bildungsweise zuschreiben könnte. Der eine Typus, welcher vorzüglich durch die Vorkommnisse von Auerbach, Markirch und Predazzo illustrirt wird, charakterisirt sich durch das Vorkommen von Granat, Wollastonit, Vesuvian, Diopsid und Periklas; er repräsentirt die normale Contactmetamorphose. Dem

anderen Typus gehört die Mehrzahl der sogen. regionalmetamorphen Marmore an, insbesondere zeigen diejenigen des Fichtelgebirges, des Ratschinges-Thals und Vintschgaus die hierher gehörenden Erscheinungen in typischer Weise. In körnigen Kalken dieser Art spielen die mehr oder weniger gerundeten Quarzkrystalle eine grosse Rolle, von übrigen Mineralien herrschen Glieder der Glimmer-, Chlorit-, Amphibol- und Epidotgruppe bei weitem vor. Wollastonit, Vesuvian, Spinell und Periklas finden sich in solchen Kalken niemals; dagegen ist eine Anzahl anderer Contactmineralien, wie Phlogopit, Forsterit, Epidot, Magnetkies auf beide Typen ziemlich gleichmässig vertheilt. Die etwas abweichende Mineralparagenese der „regionalmetamorphen" Marmore findet, wie dies im speciellen Theil bei den einzelnen Vorkommnissen im Besonderen dargelegt wurde, durch die Annahme einer Piezocontactmetamorphose ihre ausreichende Erklärung. Bei einer solchen unter besonders hohem Druck von Statten gehenden Umwandlung war die Bildung von Wollastonit unmöglich, da unter diesen Umständen die Kieselsäure die Kohlensäure des Kalkes nicht verdrängen konnte; sie blieb vielmehr frei und krystallisirte in Form der typischen, gerundeten Quarzkrystalle aus. Aus demselben Grunde kam es auch nur ausnahmsweise zur Bildung von Kalkthonerdesilicaten (Granat, Vesuvian). Bei der Umwandlung dolomitischer Kalksteine konnte kein Periklas entstehen, da die Kohlensäure des Magnesiacarbonates keinen Raum zum Entweichen fand. Ebensowenig wurde der in normalen Contactkalken so häufige Spinell gebildet; an seine Stelle tritt der specifisch schwerere Korund. Im Übrigen musste die Entstehung solcher Mineralien begünstigt werden, welche gewisse Mengen des mineralbildenden Wassers festhielten, also Glimmer, Chlorit und Glieder der Epidotgruppe.

Die Unterscheidung zwischen den beiden geschilderten Typen von körnigen Kalken ist jedoch nicht in allen Fällen mit Sicherheit möglich, ja es scheint innerhalb mancher Lager eine locale Verschiedenheit der bei der Umkrystallisation herrschenden Verhältnisse bestanden zu haben. So weist der körnige Kalk von Miltitz bei Meissen, dessen Bildung durch normale Contactmetamorphose von keiner

Seite bezweifelt wird, im Allgemeinen eine „regionalmetamorphe“ Paragenesis auf, nämlich Quarz, Glimmer, grüne Hornblende, Schwefelkies und Titanit, während Granat, Vesuvian, Diopsid etc. nur local an der Grenze von Schiefer und Kalk auftreten. Ein weiteres Beispiel liefern die von H. Hammer (60) kürzlich beschriebenen Kalkcontactzonen um die Pegmatitgänge der Ortler Alpen. Hammer betrachtet das Vorkommen dieser Zonen, in denen sich namentlich Granat, Malakolith, Titanit und Mineralien der Epidotgruppe finden, als geeignet, die Ansicht Weinschenk's, dass die dortigen körnigen Kalke, zu denen auch der Laaser Marmorzug gehört, sämmtlich piezocontactmetamorph seien, zu widerlegen. „Wenn,“ so frägt er, „die unter Druck erfolgte Contactwirkung alle diese Schiefer und Kalke gleichmässig umgewandelt hat, warum ist dann die Contactzone der in unmittelbarem Zusammenhang mit dem ganzen plutonischen Vorgang stehenden Pegmatite von den Kalken nicht auch piezocontactmetamorph geworden?“ Darauf ist zu erwidern, dass dort, wo neben der speciellen, von den freigewordenen Mineralbildnern ausgehenden Contactwirkung noch eine kräftige Hitzewirkung zur Geltung kam, also in der nächsten Nähe des Eruptivgesteins, die Bildung derartiger Silicate (Granat, Diopsid) besonders begünstigt wurde. Das Material, welches bei Entstehung derselben Verwendung fand, dürfte zum grossen Theil nicht aus dem Kalk, sondern aus dem Eruptivmagma herstammen, besonders ist dies bei den von Hammer erwähnten Granatknollen im Kalk in hohem Grade wahrscheinlich. Ganz analoge Verhältnisse wie bei diesen Ortler Kalken liegen auch bei dem Marmor von Miltitz vor; auch hier sind an gewissen Stellen in der Nähe des Eruptivgesteins Contactmineralien zur Ausbildung gekommen, die sich in der Hauptmasse des Kalkes nicht finden, und deren Bildung daher ebenso zu erklären sein dürfte wie die der Contactzonen um die Ortler Pegmatitgänge.

Paragenesis der körnigen Kalke und Dolomite.

Die heute als körnige Kalke und Dolomite entwickelten Gesteinscomplexe sind wohl ausnahmslos organogenen und zwar in überwiegender Mehrzahl zoogenen Ursprungs.

Es liegt daher nahe, vor Allem nach dem Schicksal der organischen Substanzen bei der Umwandlung zu fragen. Dieselben waren in den ursprünglichen dichten Kalksteinen im Wesentlichen in feiner Vertheilung als kohliges Pigment enthalten, welches bei der Metamorphose zum grössten Theil in Graphit umgewandelt wurde. Daneben blieben auch gasförmige Verbindungen von höchst eigenthümlichem und unangenehmem Geruch bestehen, welche schon in gewissen dichten Kalksteinen, den sogen. Stinkkalken, enthalten sind und sich beim Beklopfen derselben besonders bemerkbar machen. Dieselben wurden bisher gewöhnlich für Schwefelwasserstoff gehalten. Aber abgesehen davon, dass der Geruch dieser Verbindungen mit dem des Schwefelwasserstoffs nicht übereinstimmt, sondern eher an menschliche Fäces erinnert, geben dieselben auch keineswegs die Reactionen auf Schwefel, wenn man Stücke des betreffenden Marmors unter gewissen Flüssigkeiten (Wasser, Äther) pulverisirt und die so erhaltenen Lösungen prüft. Über die eigentliche Natur dieser Verbinduugen liessen sich jedoch keine Anhaltspunkte gewinnen.

Von den hier untersuchten Marmoren geben der Bardiglio von Carrara und der normale Sterzinger Marmor den stärksten Geruch beim Beklopfen; übertroffen werden sie noch von einem grauen Marmor von Wolfsburg in Kärnthen. Man ersieht aus dem Sterzinger, dass die in Rede stehende Eigenschaft keineswegs an eine kräftige Graufärbung der Kalke gebunden ist, denn dieser ist nahezu rein weiss.

Da die Schalen der gesteinsbildenden Organismen mit wenigen Ausnahmen keinen phosphorsauren Kalk enthalten, so wird man nicht erwarten, Apatit in allgemeiner Verbreitung in den körnigen Kalken anzutreffen. Es ist dies in der That auch nicht der Fall: in den meisten Marmoren findet man überhaupt keinen, in einer kleinen Minderzahl nur sehr spärlichen Apatit; nur ganz vereinzelt, z. B. im körnigen Kalk des Kaiserstuhls, tritt derselbe in grösseren Mengen auf, und in solchen Fällen wird es zweifelhaft sein, ob er schon im ursprünglichen Kalkstein vorhanden war oder während der Umkrystallisation demselben durch pneumatolytische Processe zugeführt wurde.

Von den weiteren Verunreinigungen der gewöhnlichen Kalksteine ist zunächst die Kieselsäure zu besprechen, welche in Form kleiner Quarzkörner und -kryställchen wohl immer vorhanden ist und auch als lösliche Kieselsäure häufig nachgewiesen wurde. Die Kieselsäure findet bei der Umkrystallisation der Kalke zunächst zur Bildung mannigfacher thonerde- und magnesiahaltiger Silicate Verwendung; erst wenn keine Verunreinigungen des Kalkes mehr vorhanden sind, welche zur Entstehung derartiger Silicate Veranlassung geben können, verbindet sich bei normaler Contactmetamorphose der grössere Theil der noch übrigen Kieselsäure mit Kalk zu Wollastonit, während der kleinere in Form mehr oder weniger gerundeter Quarzkryställchen ausscheidet. Bei der Piezocontactmetamorphose entsteht kein Wollastonit, sondern sämmtliche nach Bildung der Thonerde- und Magnesiasilicate noch übrige Kieselsäure krystallisirt als Quarz aus.

Die thonigen Beimengungen der Kalksteine erfuhren ebenfalls, je nach den Bedingungen der Umkrystallisation, verschiedene Schicksale. Zunächst ist bemerkenswerth, dass die eigentlichen Thonerdesilicate (Andalusit, Disthen), sowie der in anderen Contactgesteinen so häufige Cordierit stets fehlen. Von Kalkthonerdesilicaten finden sich in Kalken, die der normalen Contactmetamorphose unterlegen sind, Kalkgranat, Gehlenit, Vesuvian, Anorthit, während unter den Bedingungen der Piezocontactmetamorphose namentlich Glieder der Epidotzoisitgruppe und verschiedene Plagioklase zur Ausbildung gelangten. Von alkalireichen Thonerdesilicaten kommen hauptsächlich die Glimmer in Betracht, von denen in normal contactmetamorphen Marmoren vorwiegend Phlogopit, in piezocontactmetamorphen daneben auch Biotit und Muscovit in grossen Mengen entwickelt sind. Bemerkenswerth ist endlich, dass in Kalken der letzteren Art Aluminate (Spinelle) durchaus fehlen; an ihrer Stelle scheint hier und da Korund gebildet zu werden.

Vielleicht noch mannigfaltiger als das Schicksal der thonigen Beimengungen ist dasjenige des Magnesiacarbonats. Während dasselbe in vielen Fällen bei der Umkrystallisation als solches erhalten blieb und zur Entstehung dolomitischer

Kalkmarmore und echter körniger Dolomite führte, gab in anderen Fällen, in denen die Umkrystallisation unter verhältnissmässig geringem Druck stattfand, das Magnesiacarbonat, wenigstens z. Th., seine Kohlensäure ab, so dass es zur Bildung von Magnesiumoxyd (Periklas) kam. Letzterer unterlag mitunter weiteren Veränderungen, durch Einwirkung von Thermalwässern wurde er in Brucit oder, wenn diese stark kieselsäurehaltig waren, in Serpentin umgewandelt. In den meisten Fällen ging jedoch ein grosser Theil der Magnesia in Silicate über, und zwar sowohl in eigentliche Magnesiasilicate (Forsterit, Humitgruppe) als in Kalkmagnesiasilicate (Pyroxene, Amphibole) und Thonerdemagnesiasilicate (Biotit, Phlogopit, Chlorit). Von den Letzteren ist der Chlorit zwar häufig nur Umwandlungsproduct der Glimmer; in manchen Fällen aber, wo er in paralleler Verwachsung mit Glimmer, scharf von diesem abgegrenzt, auftritt, dürfte er gleichzeitig mit demselben entstanden sein. Dagegen ist ein anderes Magnesiasilicat, der Serpentin, stets secundär, und zwar in den meisten Fällen aus Forsterit, seltener aus Humit und Periklas hervorgegangen.

Im Gegensatz zu den bislang aufgezählten Mineralvorkommnissen in den körnigen Kalken stehen einige andere Verbindungen, deren Elemente z. Th. wenigstens in den ursprünglichen Kalksedimenten nicht vorhanden waren, sondern aus dem die Umwandlung bewirkenden Eruptivgestein stammen, z. Th. vielleicht auch erst durch spätere postvulcanische Processe in den Kalk gelangt sind. Hierher gehören Turmalin, Skapolith, vielleicht auch Apatit, dann die im körnigen Kalk recht selten auftretenden Mineralien Flussspath und Topas, sowie die Glimmer, deren Hydroxylgehalt aus dem Eruptivgestein stammen dürfte. Ferner wird der bei weitem grössere Theil der im Marmor vorkommenden Erze hierher zu rechnen sein, wenn gleich im einzelnen Fall die Entscheidung, ob das Erz schon primärer Bestandtheil des Kalksteins war oder erst secundär zugeführt wurde, häufig recht schwierig sein kann. So wird man Magneteisen und Titaneisen gewöhnlich für primär, Eisenglanz und die meisten geschwefelten Erze für secundär ansehen, während bei dem allerhäufigsten Erz des

Marmors, dem Schwefelkies, in den meisten Fällen keine sichere Entscheidung zu treffen ist. Aber nicht nur Erzen, sondern auch manchen im Vorhergehenden erwähnten kalkhaltigen Silicaten wird man, wenn sie unter gewissen Verhältnissen vorkommen, eine Herkunft aus dem Eruptivgestein zuschreiben müssen. Dies gilt namentlich für die theils knollenförmigen Concretionen, theils mehr bankartigen Einlagerungen von Granat, Wollastonit, Diopsid, Strahlstein u. s. w., welche an manchen Orten in der Nähe der Grenze des Eruptivgesteins sich im Kalk finden und, wie schon früher erwähnt, ausschliesslich auf Stellen beschränkt sind, wo neben der durch die Mineralbildner erzeugten Contactwirkung auch die vom Eruptivgestein ausgehende Hitzewirkung bedeutend war. Hierher gehören vor Allem die als Skarn bezeichneten Kalksilicathornfelse der an Kalk gebundenen oxydischen Erzlagerstätten, die „Eisknöpfe“ von Auerbach an der Bergstrasse, die von W. Hammer erwähnten Granatknollen im Kalk der Ortler Alpen und zahlreiche ähnliche Bildungen von anderen Vorkommnissen.

Die allgemeine Verbreitung von Titansäuremineralien, besonders des Titanits, in körnigen Kalken, ist insofern sehr beachtenswerth, als man auch die Titansäure in den meisten Fällen als einen zugeführten Bestandtheil ansehen wird. Im Gegensatz zur Titansäure begegnet man dem Zirkon ziemlich selten.

Es bleibt noch übrig, auf diejenigen Mineralien aufmerksam zu machen, welche durch spätere Umbildung einiger Contactmineralien entstehen und demnach als tertiäre Bildungen bezeichnet werden können. Von Serpentin, Brucit, Chlorit wurde schon oben gesprochen; weiter gehört hierher der Talk und Speckstein, sowie gewisse Umwandlungsproducte des Korunds: Sprödglimmer, Diaspor, Kaolin, und einige andere Verbindungen wie Hydromagnesit, Hydrophlogopit, die nur selten angetroffen werden.

Es folgt zum Schluss eine Aufzählung der in körnigen Kalken als gesteinsbildend nachgewiesenen Mineralien, wobei von vornherein alle lediglich auf Klüften und in Drusen vorgekommenen Mineralien ausser Acht gelassen wurden. Ferner mussten alle Vorkommnisse der an Kalk gebundenen Erz-

lagerstätten ausscheiden, da sonst z. B. auch sämmtliche Mineralien von Franklin Furnace sowie diejenigen der Sjögrube bei Långbanshyttan hätten Aufnahme finden müssen.

Endlich wurden aber auch alle diejenigen, in der Literatur aus körnigen Kalken angeführten Mineralien nicht berücksichtigt, von denen keine Angaben vorlagen, ob sie wirklich gesteinsbildend oder nur auf Klüften vorgekommen sind, und deren Charakter eher das Letztere vermuthen liess.

Verzeichniss der in körnigen Kalken und Dolomiten vorkommenden Uebergemengtheile.

1. Graphit, Kohlige Substanz.
2. Schwefelkies, Magnetkies, Bleiglanz, Zinkblende, Eisenglanz, Magneteisen, Molybdänglanz, Buntkupfererz, Kupferkies, Magnoferrit, Titaneisen, Fahlerz, Malachit, Kupferlasur, Flussspath.
3. Quarz, Periklas, Korund, Spinell, Diaspor, Brucit.
4. Apatit, Xenotim.
5. Forsterit, Monticellit, Humitgruppe.
6. Kalkgranat, Vesuvian, Gehlenit, Wollastonit. Epidot, Klinozoisit, Zoisit.
7. Phlogopit, Biotit, Muscovit, Fuchsit und andere Glimmer, Chlorit, Serpentin.
8. Diopsid, Fassait, Augit, Tremolit, Strahlstein, Pargasit, grüne und blaugrüne Hornblende.
9. Turmalin, Topas, Skapolith, Axinit, Serendibit.
10. Plagioklase, Mikroklin, Orthoklas.
11. Titanit, Rutil, Anatas, Zirkon, Perowskit, Koppit, Dysanalyt.

Erklärung der Tafeln.

Tafel XI.

Fig. 1. Statuario, Carrara. Verzahnte Structur.
„ 2. Marmor, Ratschinges-Thal bei Sterzing. Verzahnte Structur.

Tafel XII.

Fig. 3. Ordinario, Carrara. Nicht verzahnte Structur.
„ 4. Dolomit, Crevola bei Domodossola. Nicht verzahnte Structur. Spärliche Zwillingslamellirung.

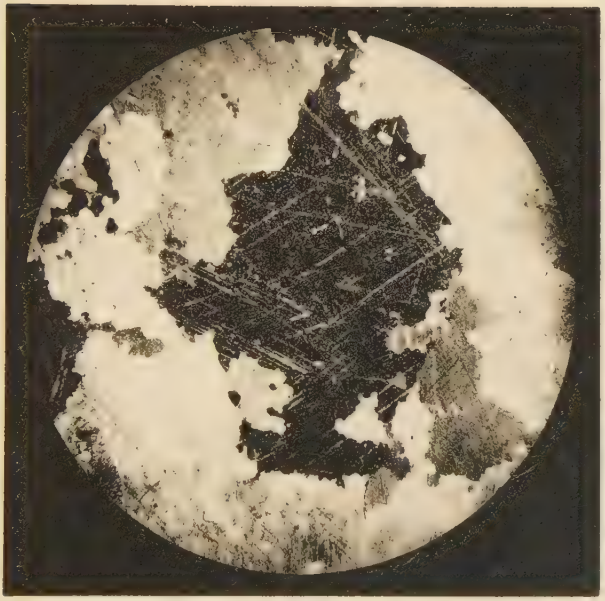
Tafel XIII.

Fig. 5. Marmor, Candoglia bei Ornavasso. Überaus reichliche Zwillingslamellirung.
„ 6. Marmor von wachsähnlichem Aussehen, Mitterwandl bei Laas. Kataklasstructur.

Lebenslauf.

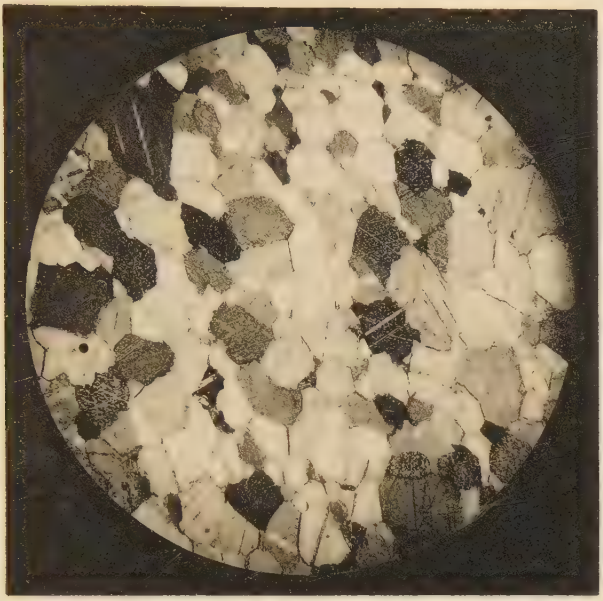
Ich, Bernhard Lindemann, bin geboren am 29. October 1871 zu Hannover als Sohn des kgl. preussischen Regierungsraths Wilhelm Lindemann und seiner Frau Alma, geb. Lyncker. Nachdem ich meine Eltern früh verloren, wurde ich im Bad Pyrmont bei Verwandten meiner Mutter aufgezogen, besuchte zunächst die dortige höhere Bürgerschule, dann von Ostern 1884 bis Ostern 1887 das Gymnasium zu Hameln, endlich von Ostern 1887 bis Ostern 1890 das Friedrichs-Gymnasium zu Cassel, woselbst ich das Maturitätsexamen ablegte. In den Jahren 1890—92 studirte ich an den Universitäten Leipzig und Berlin Neue Sprachen, konnte aber infolge Kränklichkeit dies Studium nicht zu Ende führen. In den folgenden Jahren lebte ich theils in Berlin, theils in Zürich, hörte Vorlesungen über Philosophie, Geschichte, Geographie und Anthropologie und beschäftigte mich vornehmlich mit ethnologischen und prähistorischen Studien. Gegen Ende des Jahres 1895 verheiratete ich mich. Im September 1899 zog ich mit meiner Familie nach München und widmete mich seitdem an der dortigen Universität dem Studium der Naturwissenschaften.

1

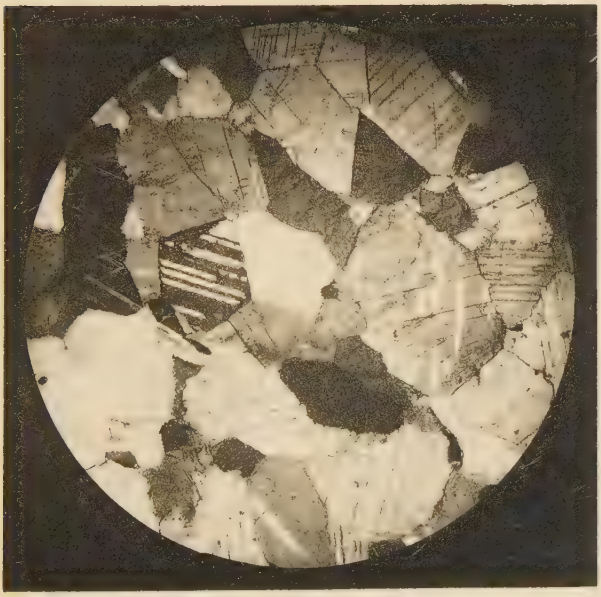


2

Lindemann: Körnige Carbonatgesteine.

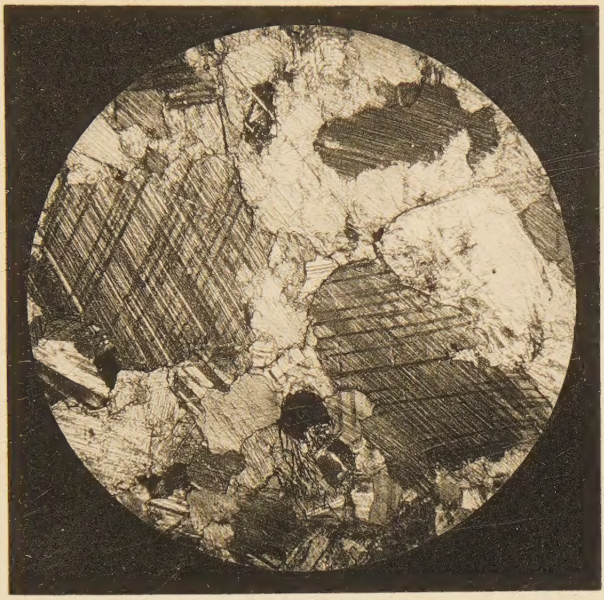


3

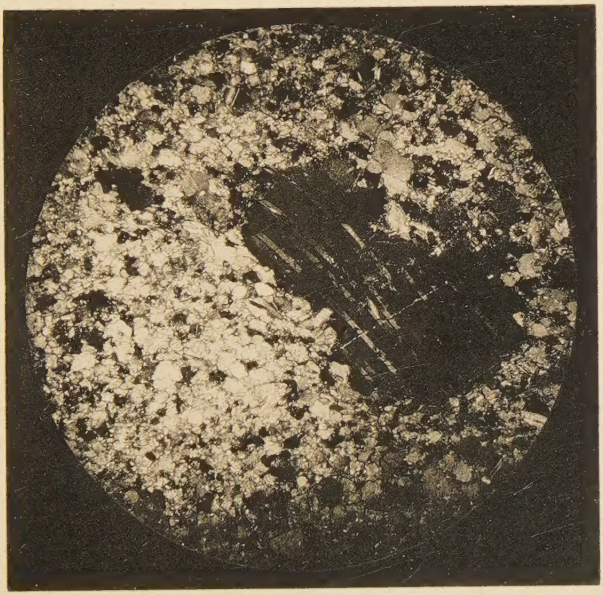


4

Lindemann: Körnige Carbonatgesteine.



5



6

Lindemann: Körnige Carbonatgesteine.

Druck von Carl Grüninger, Stuttgart.